

ELEMENTOS DE MÁQUINAS - SEM 0241

Notas de Aulas

Aula 01 – Introdução, Noções de Projetos Mecânicos

Prof. Dr. Jonas de Carvalho

Elementos de Máquinas no SEM:

<p>ELEMAQ I (SEM 0241)</p>	<p>Projeto – introdução Revisão de resistência dos materiais Materiais Fadiga Eixos União eixo-cubo União eixo-eixo Mancais (rolamentos e hidrodinâmicos)</p>
<p>ELEMAQ II (SEM 0326)</p>	<p>União por parafusos União por rebites União por solda Molas elásticas Elementos simples</p> <p style="margin-left: 400px;"> { Anel elástico Retentores Anéis o´ring,...</p>
<p>ELEMAQ III (SEM 0327)</p>	<p>Transmissões</p> <p style="margin-left: 400px;"> { por Correia por corrente por engrenagens por atrito</p> <p>Pares de rolamento</p> <hr/> <p>Projeto de um redutor de engrenagem</p>

1. PROJETO MECÂNICO

- ✓ é um processo inovador e altamente interativo e iterativo;
- ✓ é também um processo de **tomada de decisões**;
- ✓ multidisciplinar.

SHIGLEY JE (2005)

Professor Emérito na Universidade de Michigan

Design

“A forma segue a função”

*“Função e estética devem ser tratadas
com igual importância”*

Henry Petyroski, 2006
Duke University



Na Philips, 'design' é muito mais do que criar apenas produtos com um aspecto agradável. Na Philips, o 'design' é um elemento fundamental no processo de inovação e é utilizado em todo o Grupo Philips como um método de negócio.



“A engenharia ajuda o design. Sem exceções.”

“O que acontece nas outras empresas é que os designers vem com uma idéia, mas os engenheiros dizem que não podem fazer aquilo. E então o produto fica pior. Aí o projeto é levado ao pessoal da manufatura, que também diz que não pode construir aquilo. E então o produto fica muito pior. Na Apple, esse ciclo simplesmente não existe.”

-- Steve Jobs, CEO Apple Computer

FONTE: EXAME, 1997, p.27.



FACT SHEET

IDEO helps organizations innovate through design. Independently ranked by global business leaders as one of the world's twenty most innovative companies, we use our design-based approach to help clients navigate the speed, complexity, and opportunity areas of today's world.

Design Thinking at Davos



AIRBUS
ALTEC LANSING
BBC
BMW
BANK OF AMERICA
CARGILL
ELECTRONIC ARTS
ELI LILLY
FOREST CITY
HASBRO
HEWLETT-PACKARD

INTEL
KAISER PERMANENTE
KRAFT FOODS
MAYO CLINIC
MCDONALD'S
MEDTRONIC
MICROSOFT
MOTOROLA
NASA
NESTLE
NOKIA

OLIVETTI
PEPSICO
PFIZER CONSUMER HEALTH
PROCTER & GAMBLE
SAMSUNG
SAP
SHIMANO
STANFORD UNIVERSITY
THOMSON
VISA
VODAFONE
ZYLISS

_DESIGN E ENGENHARIA_DOIS LADOS DA MESMA MOEDA

ABORDAGENS DfX

PDP
Processo de
Desenvolvimento de
Produtos

DESIGN INDUSTRIAL

ENGENHARIA

PERFORMANCE DE INTERFACE

PERFORMANCE TÉCNICA



Funções Práticas



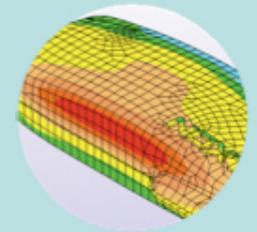
Funções Estéticas



Funções Simbólicas



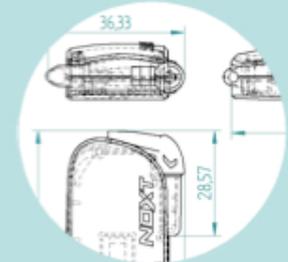
Mecânica



Materiais



Produção



PRODUTO 1

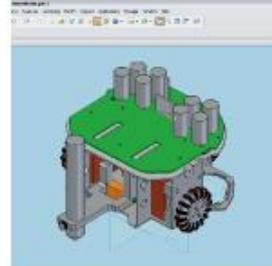
Original



Conceito



CAD/CAE



Protótipo



Final



PRODUTO 2

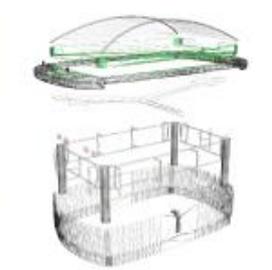
Original



Conceito



CAD/CAE



Protótipo



Final



PRODUTO 3

Original



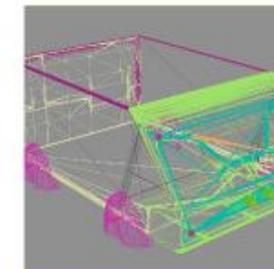
Conceito



Dirty-Prototype



CAD/CAE



Final

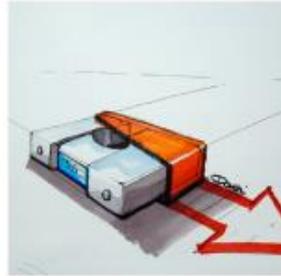


PRODUTO 4

Original



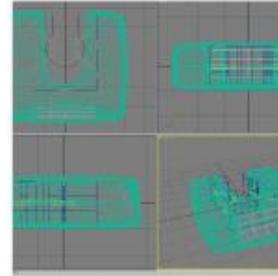
Conceito



Dirty-Prototype



CAD/CAE



Final



PRODUTO 5

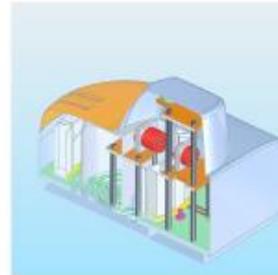
Original



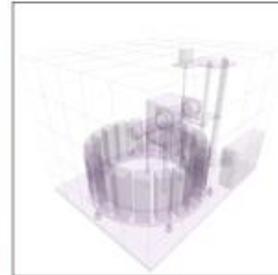
Conceito



CAD/CAE



CAD/CAE



Final

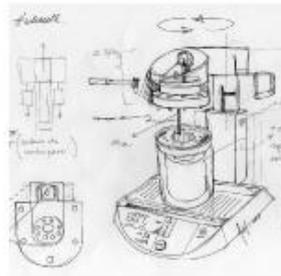


PRODUTO 6

Original



Conceito



CAD/CAE



Protótipo



Final



PRODUTO 7

Original



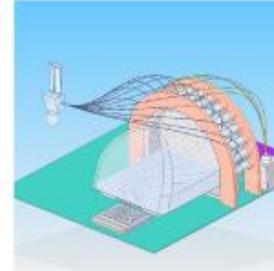
Conceito



Dirty Prototype



CAD/CAE

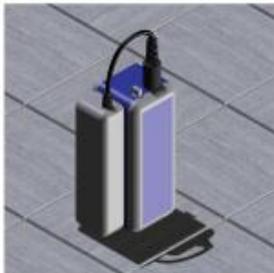


Final



PRODUTO 8

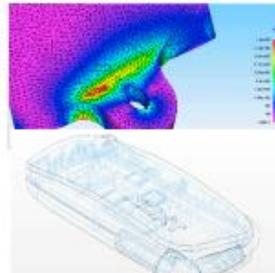
Idéia/Princípio



Conceito



CAD/CAE



Protótipo



Final

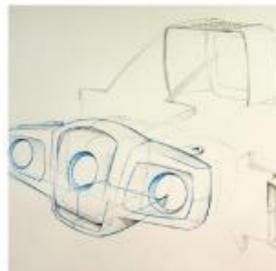


PRODUTO 9

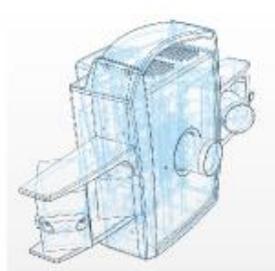
Idéia/Princípio



Conceito



CAD/CAE

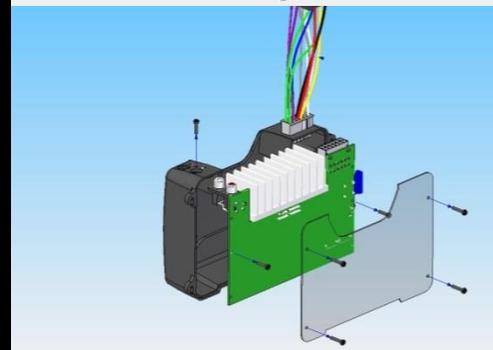
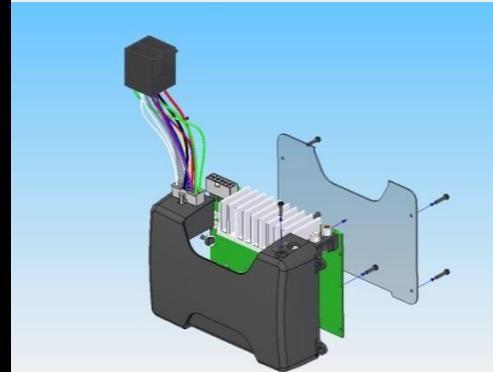
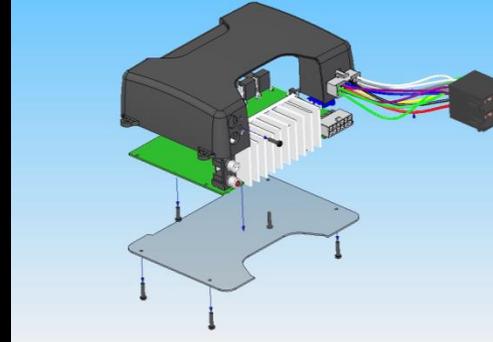
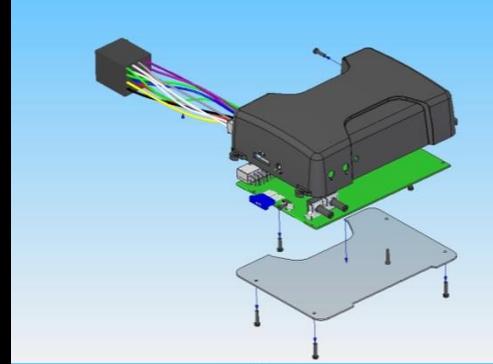


Protótipo



Final







ANTES >



DESIGN DE PRODUTO
Pá de Lixo em
Plástico Injetado

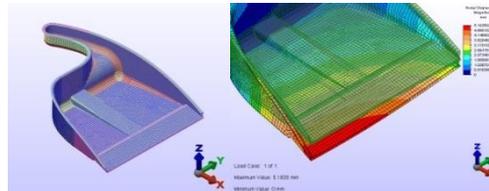
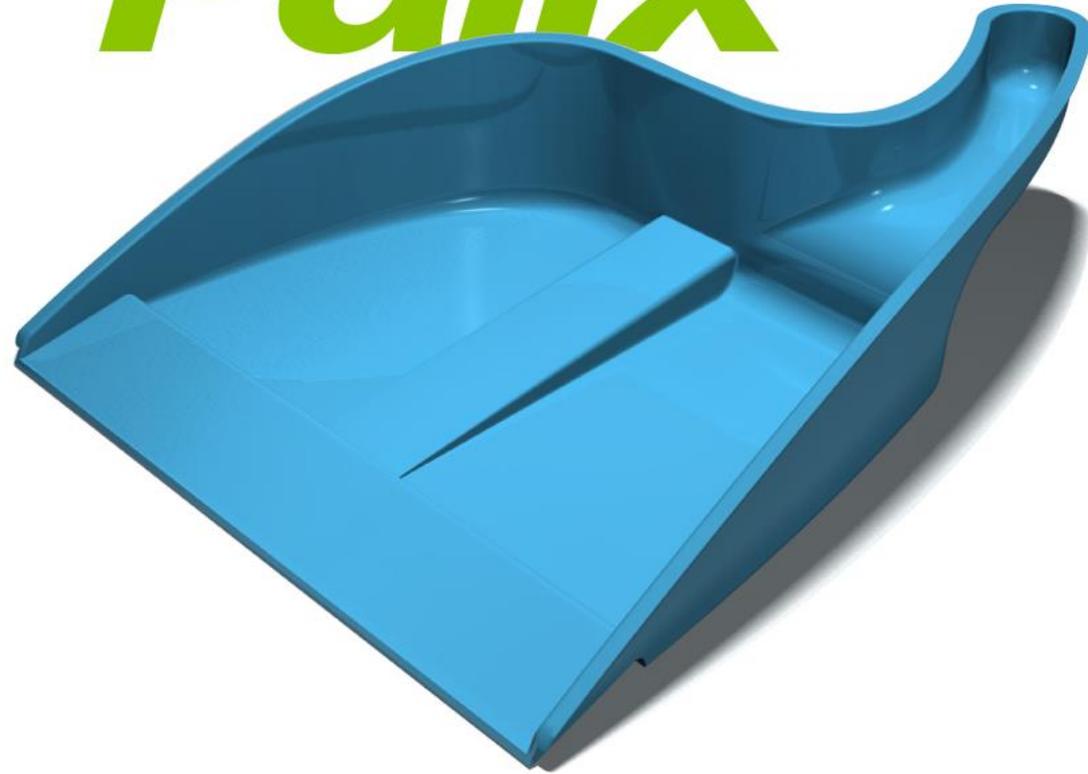
Coordenação
de Design
Marcos Brefe

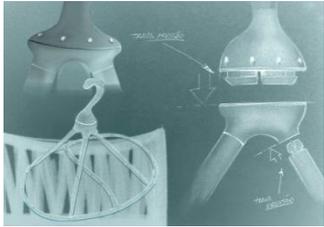
Equipe de Design
Davi Rosa

Cliente
Aralimp

Grupo
Incubadora de
Empresas de Araras

Palix

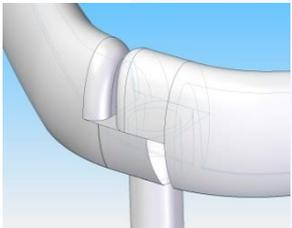
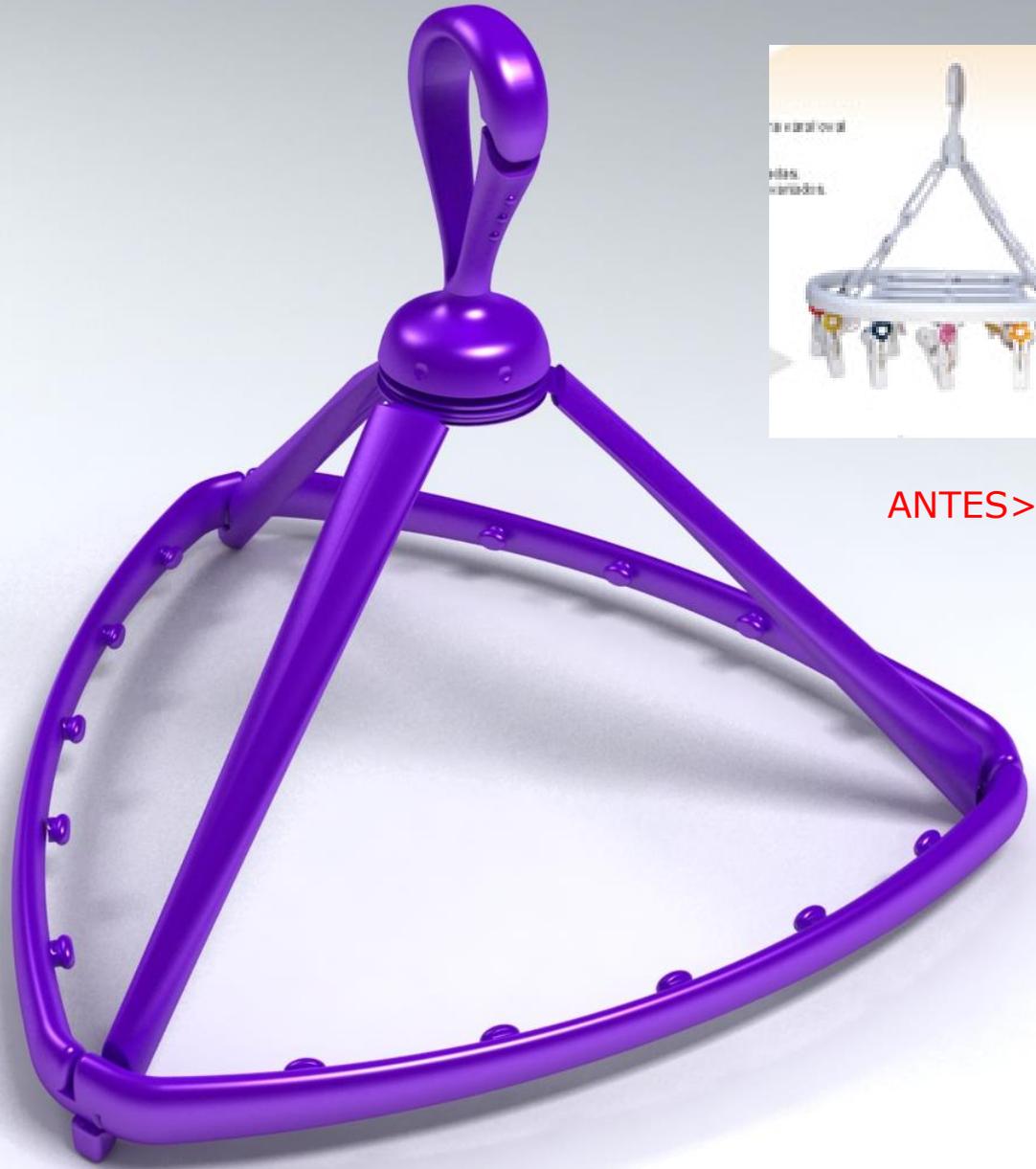
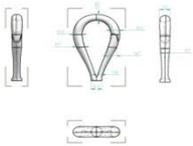
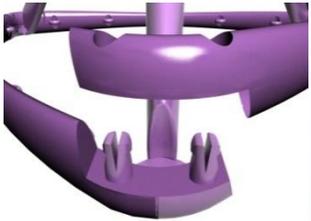


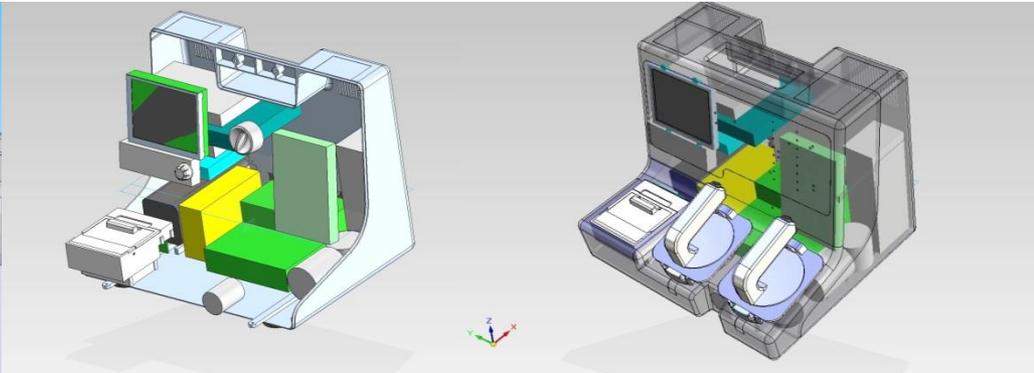
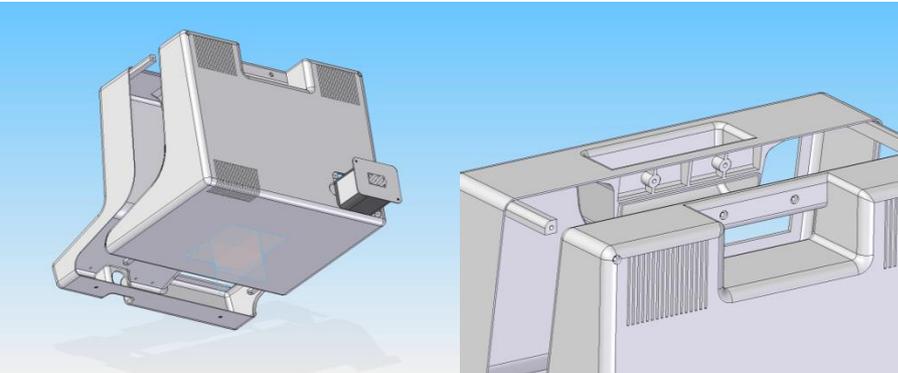


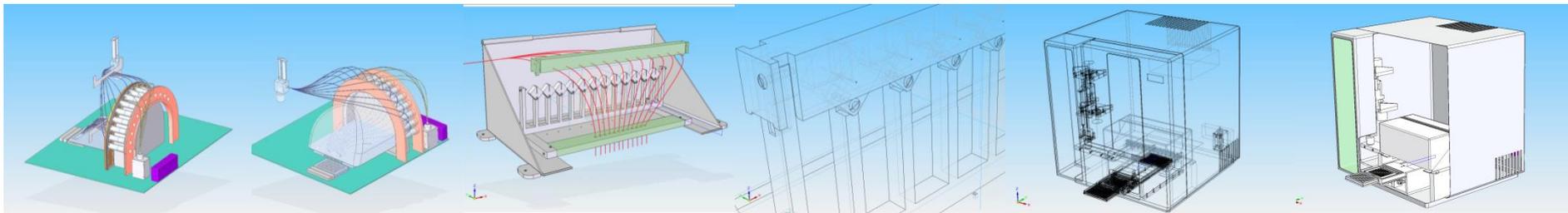
- Prontidões em PP bilabial sem pigmentos
- dentes (os pontos removíveis, em PP normal com coloração fosca



ANTES >

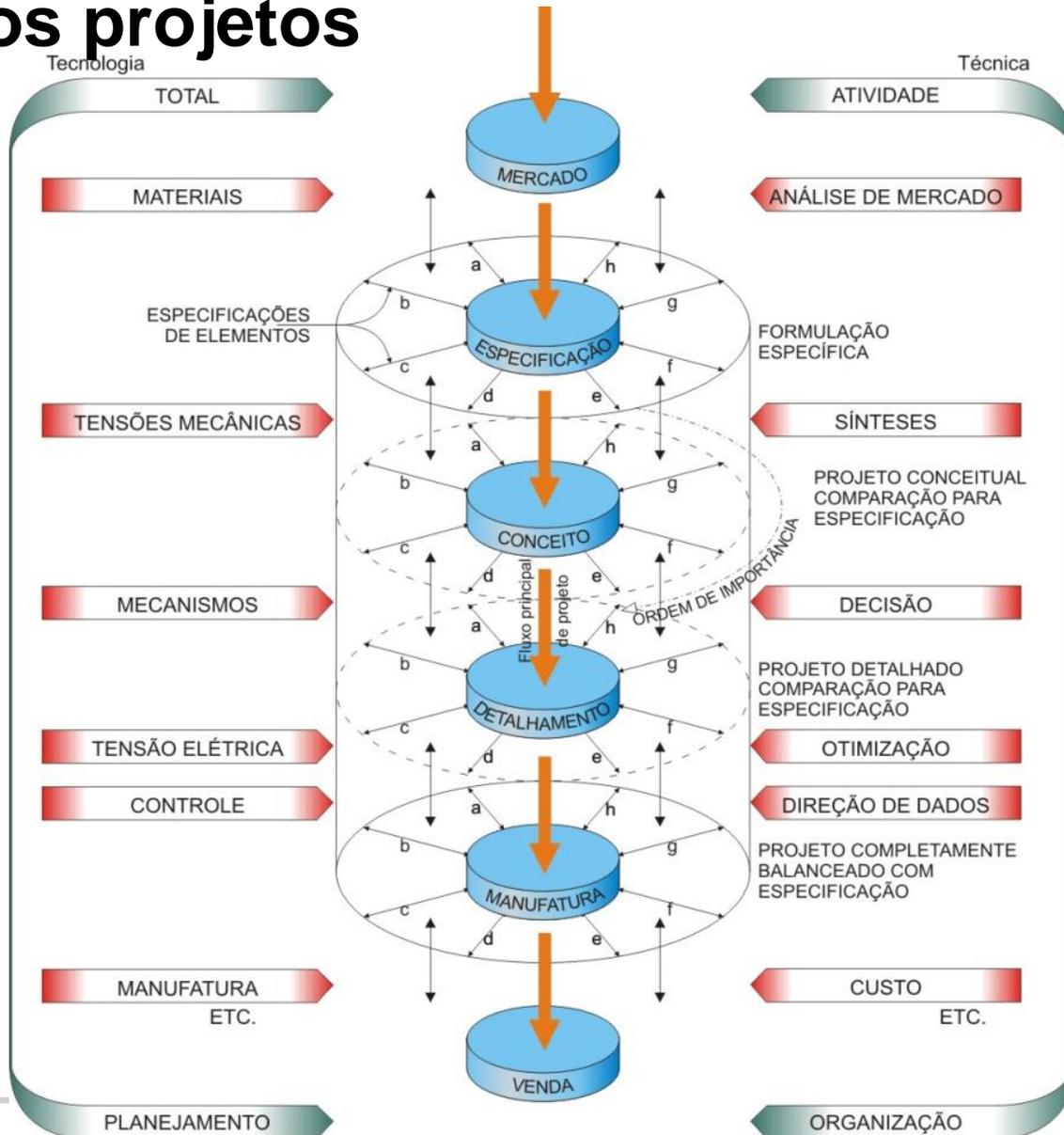






Desenvolvimento dos projetos

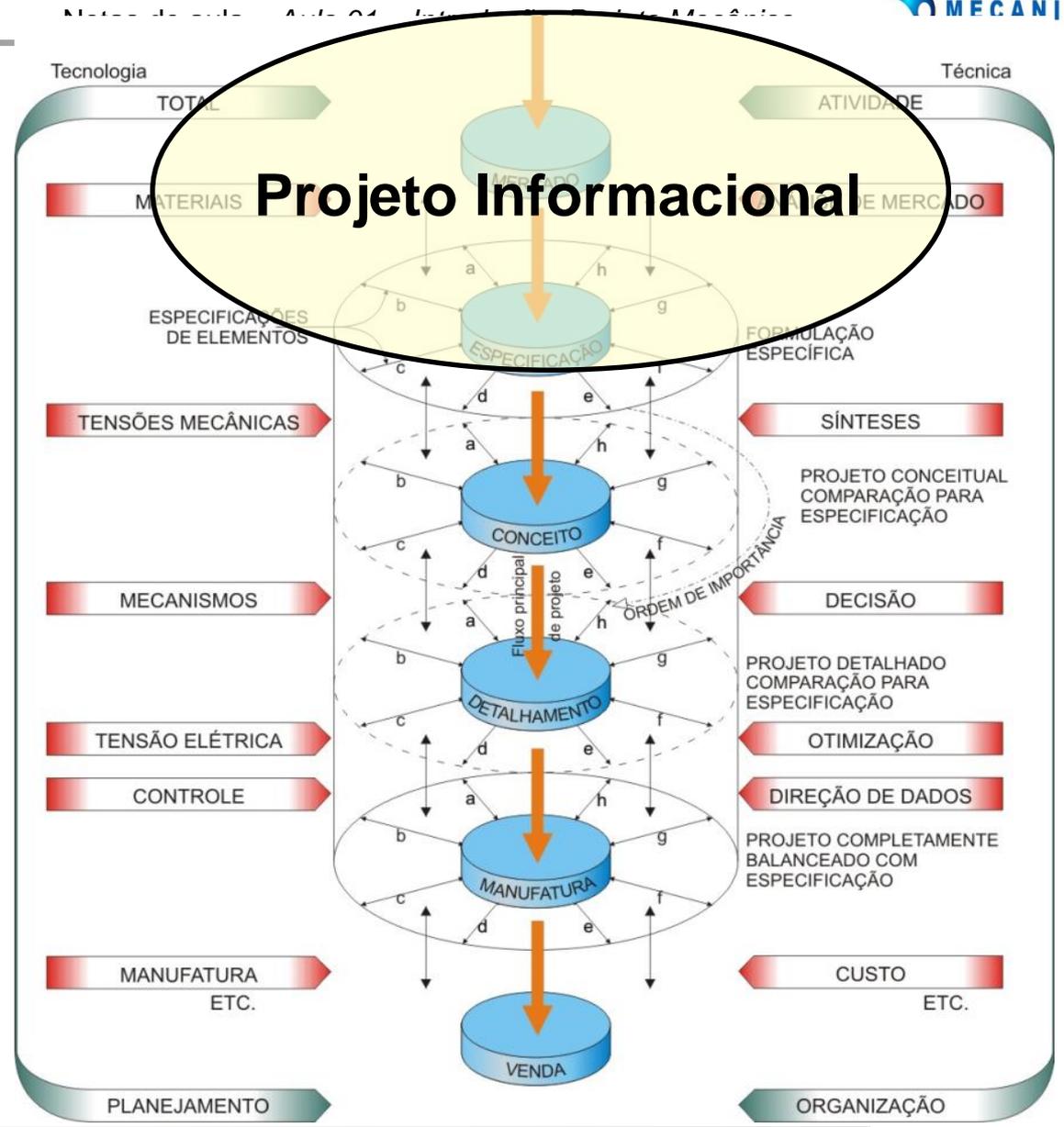
Modelo
 “Total Design”
 (PUGH, 1995)



Técnicas de projetos

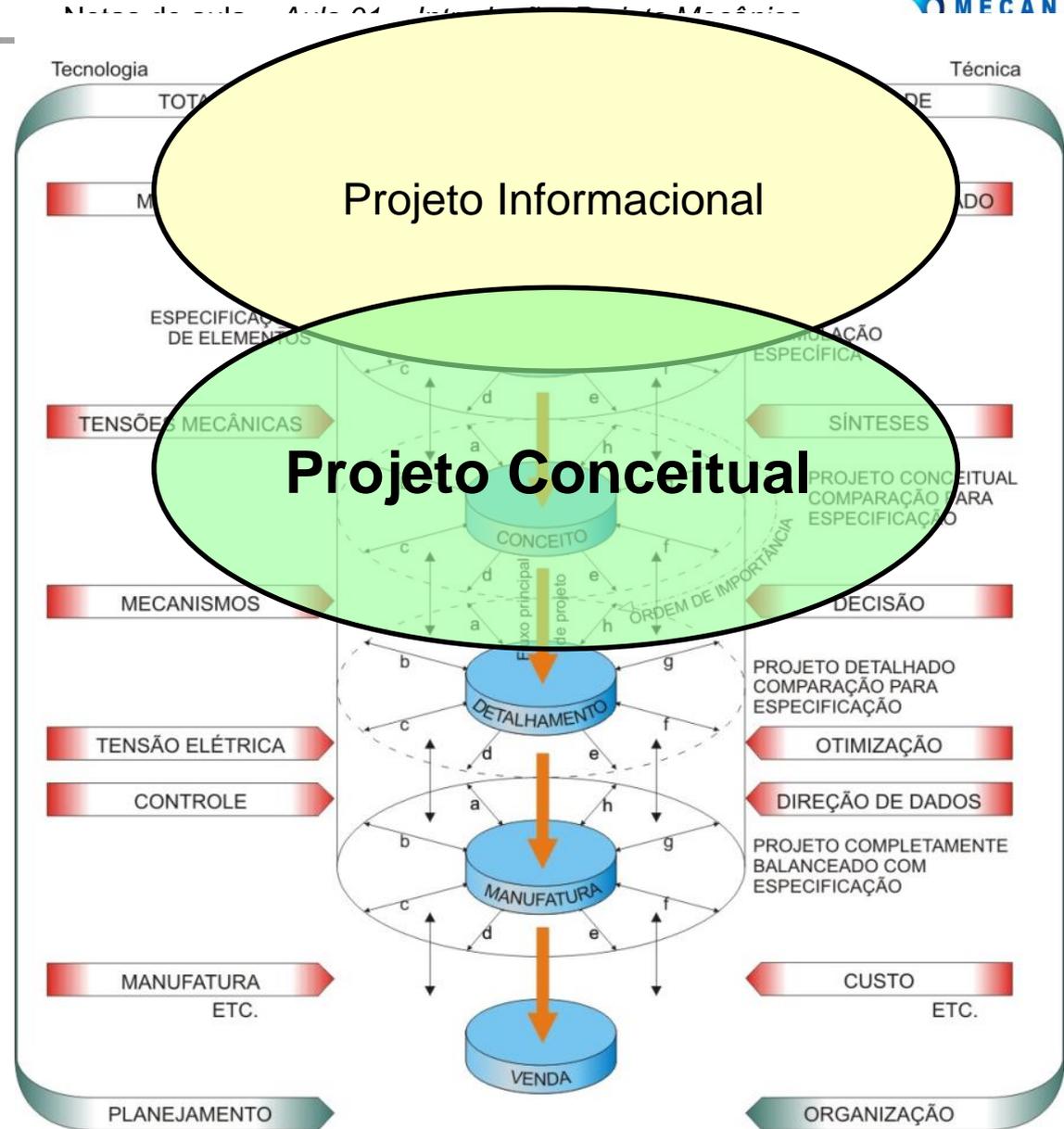
Consensual

O usuário como parceiro no projeto



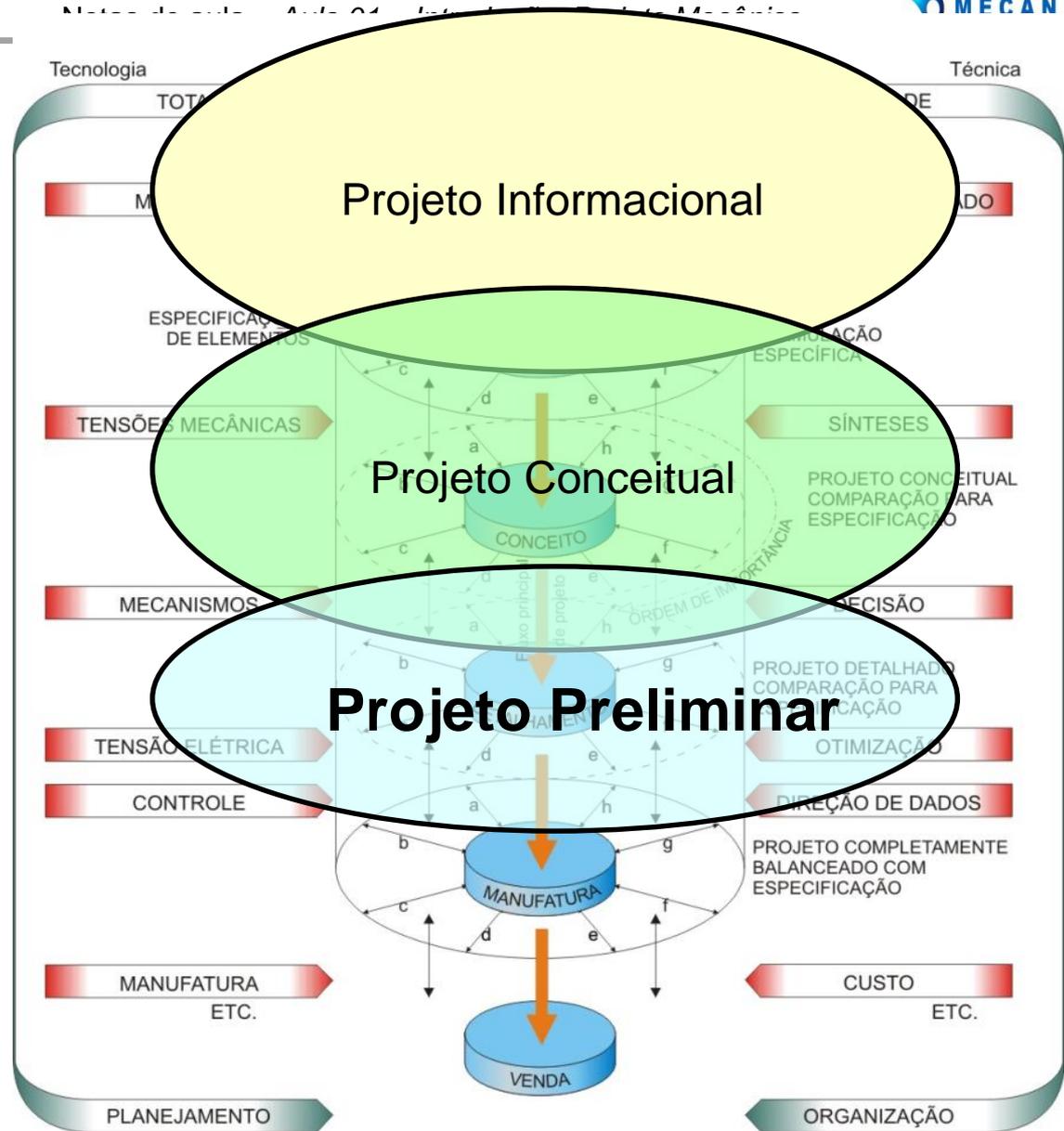
Consensual

*Criatividade
Ambigüidade
Contradição*



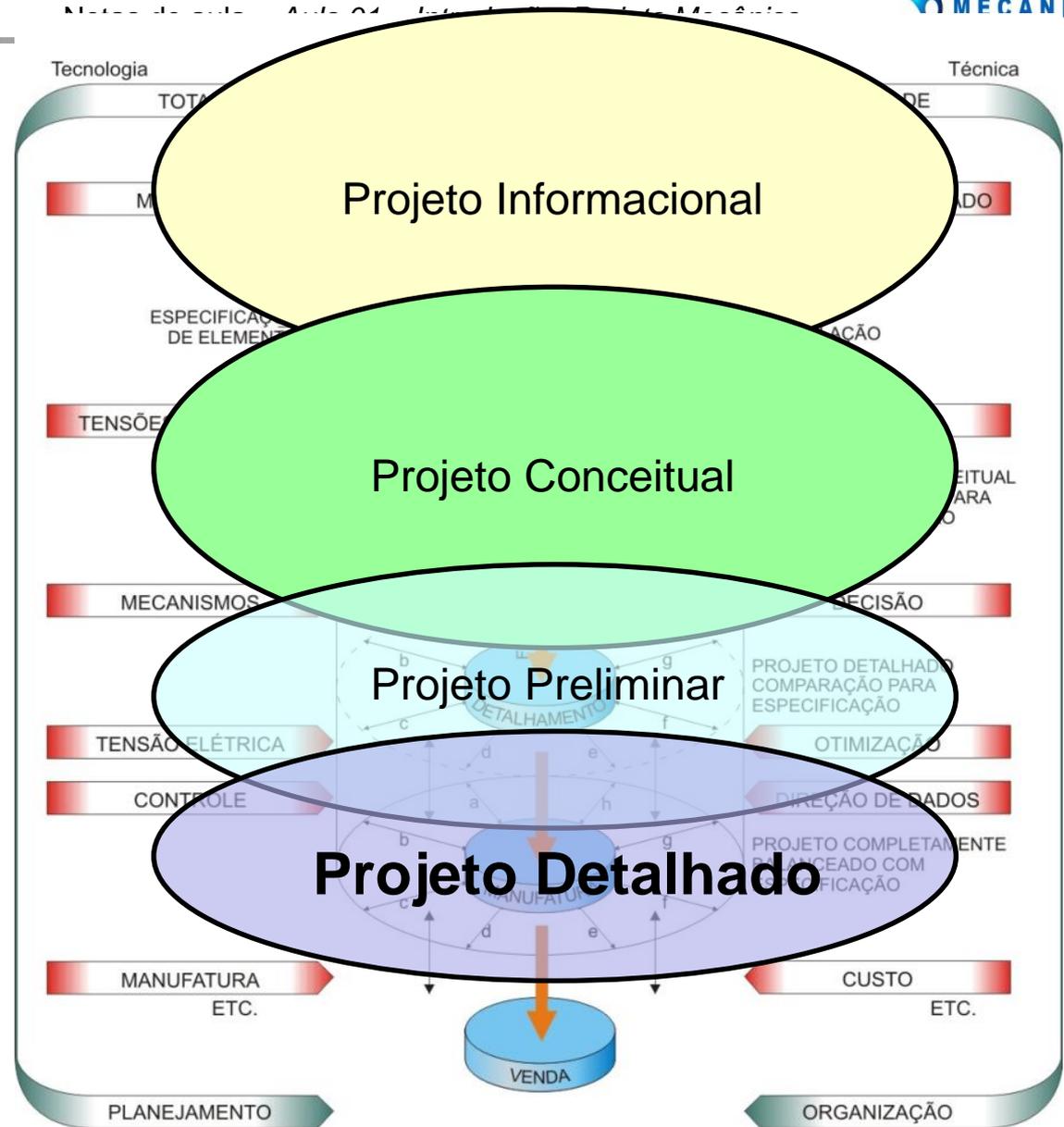
Consensual

Anteprojeto

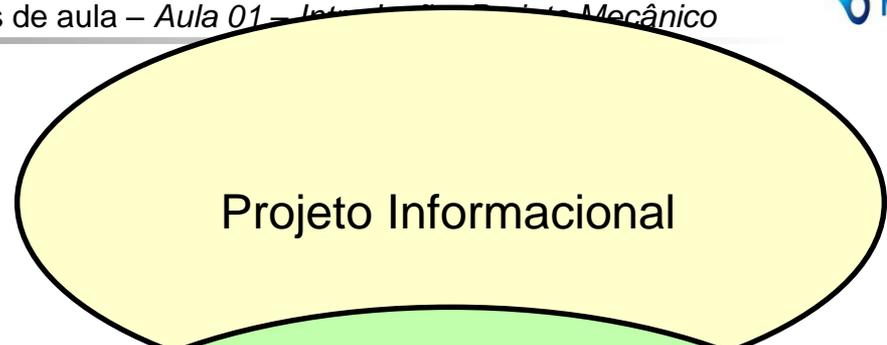


Consensual

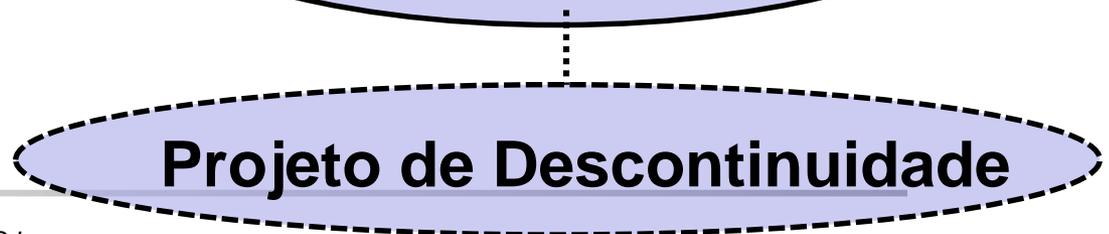
Documentação



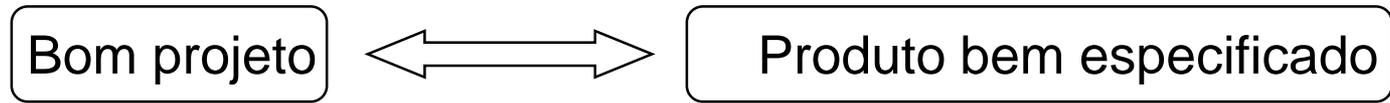
Consensual



*Responsabilidade
Ambiental*



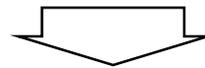
1.4. Solução dos problemas de projeto



Resolver contradições: (ex: qualidade  e custo )



PROBLEMAS DE PROJETO



a) Localizar bem os problemas → o que é importante para que o produto funcione bem!

Superfícies/partes funcionais

x

Superfícies/partes acessórias

Superfícies
Funcionais

- Superfícies que transmitem força / momento
- Assento de rolamentos
- Guias de movimento relativo
- Superfícies de posicionamento
- Superfícies de vedação e/ou lubrificação

b) Identificar o tipo de problema:

Problema de : {

- projeto
- fabricação
- especificação
- etc.

c) Fazer perguntas adequadas:

- Como os concorrentes solucionam?
 - Quais objetivos não foram alcançados?
 - Qual a solução mais : {
- Fácil?
 - Econômica?
 - Correta?

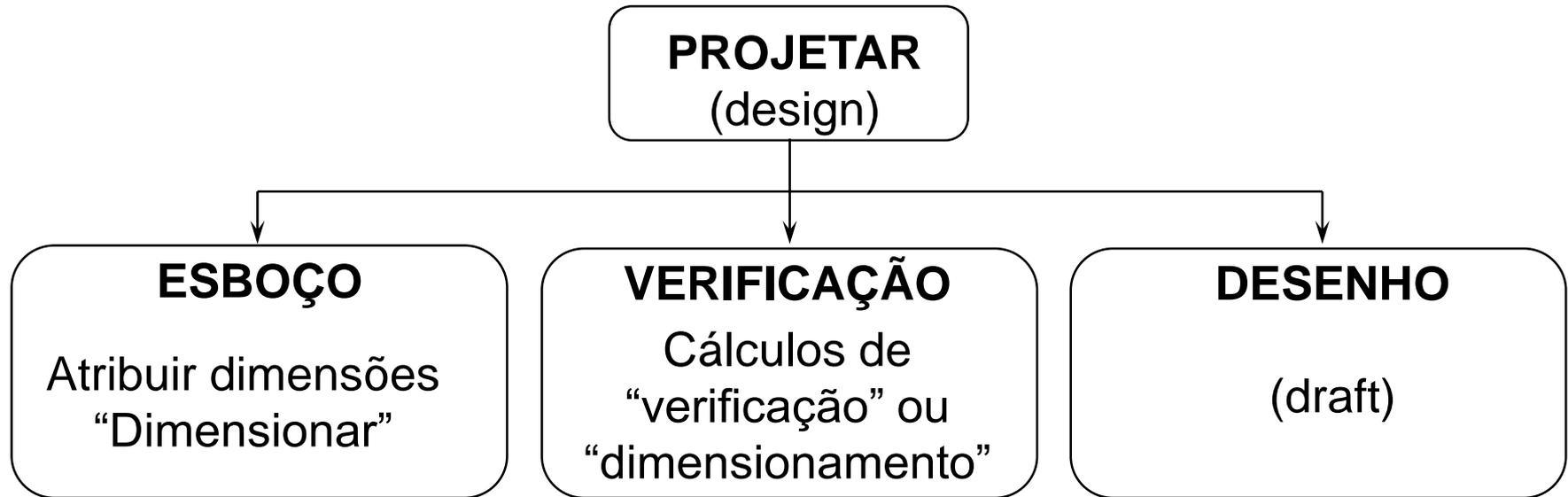
d) Analisar várias alternativas

- “*Brain Storm*”
- Listar todas as soluções possíveis
- Dar notas e escolher
- técnica de Quality Function Deployment (QFD)

e) FMEA

- Aplica-se também *Failure Mode and Effects Analysis*. Esta técnica e a de QFD são ferramentas de Engenharia de Produção aplicados ao projeto de produtos

1.5. Projetar, dimensionar, verificar



Critérios usuais:

- Tensão admissível
- Flecha (deformação) admissível

• Outros Critérios:

- rigidez dinâmica
- velocidade crítica
- resistência à corrosão
- etc

1.6. Algumas regras de bem projetar

1.6.1. Redução de custos

- a) Redução de custos na construção.
 - Comprar ou fabricar nós mesmos?
 - Padronização e normalização de peças
- b) Redução de custos de material
 - Formatos adequados
 - Forjamento ou fundição
 - Redução de sobras, aparas, refugos
- c) Redução de custos de fabricação.
 - Processos de fabricação adequados
 - Acabamentos e tolerâncias somente em superfícies funcionais
- d) Redução de custos para o consumidor.
 - Facilidade de manutenção, montagem e desmontagem
 - Baixo custo de embalagem
 - Baixo custo de transporte

1.7. Influência das solicitações em serviço

- a) Dimensionamento e verificações corretas. Uma peça não deve:
- Romper
 - Deformar excessivamente
 - Desgastar
 - Ser corroída
- b) Evitar esforços e sobrecargas desnecessárias.
- Fusíveis
 - Pinos de segurança
- c) Se existirem choques, forças alternativas, reversão de movimentos.
- Eliminar folgas
 - Usar pré-carga

d) Se existirem rotações elevadas.

- Balanceamento
- Velocidades críticas e ressonâncias

e) Baixo ruído de funcionamento.

- Mancais de deslizamento
- Materiais e lubrificação adequados
- Amortecimento interno

f) Atrito e desgaste.

- Usar materiais adequados
- Dureza adequada
- Peças postiças / ajustáveis

g) Vedações

1.8. Influência da Operação, Manutenção e Segurança

- a) Facilitar a operação
 - Ergonomia;

- b) Prever falta de cuidado
 - Soluções *foolproof*;

- c) Segurança de funcionamento
 - Freios de segurança;

- d) Facilitar manutenção
 - Lubrificação acessível.

1.9. Influência do material e tipo de processo de fabricação

a) Uso de materiais avançados.

- Plásticos / polímeros
- Cerâmicas
- Ligas de Titânio
- Fibras de vidro / Carbono
- Silício, vidros ópticos, etc.

b) Influência do número de peças.

- Lote pequeno → peças soldadas
- Lote grande → peças fundidas

c) Projetar formas de acordo com material + processo.

- Peças fundidas, Peças forjadas, Peças soldadas
- Peças usinadas, Peças injetadas, Peças extrudadas
- Peças coladas, Peças sinterizadas

1.10. Responsabilidade pelo Produto

De maneira geral o Engenheiro Projetista bem como o fabricante de um produto (Engenheiros de Produção) são responsáveis pelos danos ou ferimentos que estes venham a causar, mesmo que não tenham a noção sobre o defeito.

A melhor prática de prevenção é:

- engenharia satisfatória: análise;
projeto;
controle de qualidade;
ensaios;
normalização

1.11. Incertezas

São muitas as incertezas em projetos de máquinas, é sempre necessário calcular um ou mais coeficientes de segurança para estimar a probabilidade de falha. Há também normas específicas, de legislatura ou aceitos de forma geral.

O Coeficiente de segurança ou fator de segurança (N), sempre adimensional, é tipicamente a razão entre duas quantidades de mesma unidade: resistência/tensão atuante; esforço crítico/esforço aplicado; velocidade crítica/velocidade de operação.

$$N = \max(F1, F2, F3)$$

$F1 \rightarrow$ incertezas sobre propriedades dos materiais

$F2 \rightarrow$ condições ambientais de uso

$F3 \rightarrow$ modelos analíticos de forças e tensões

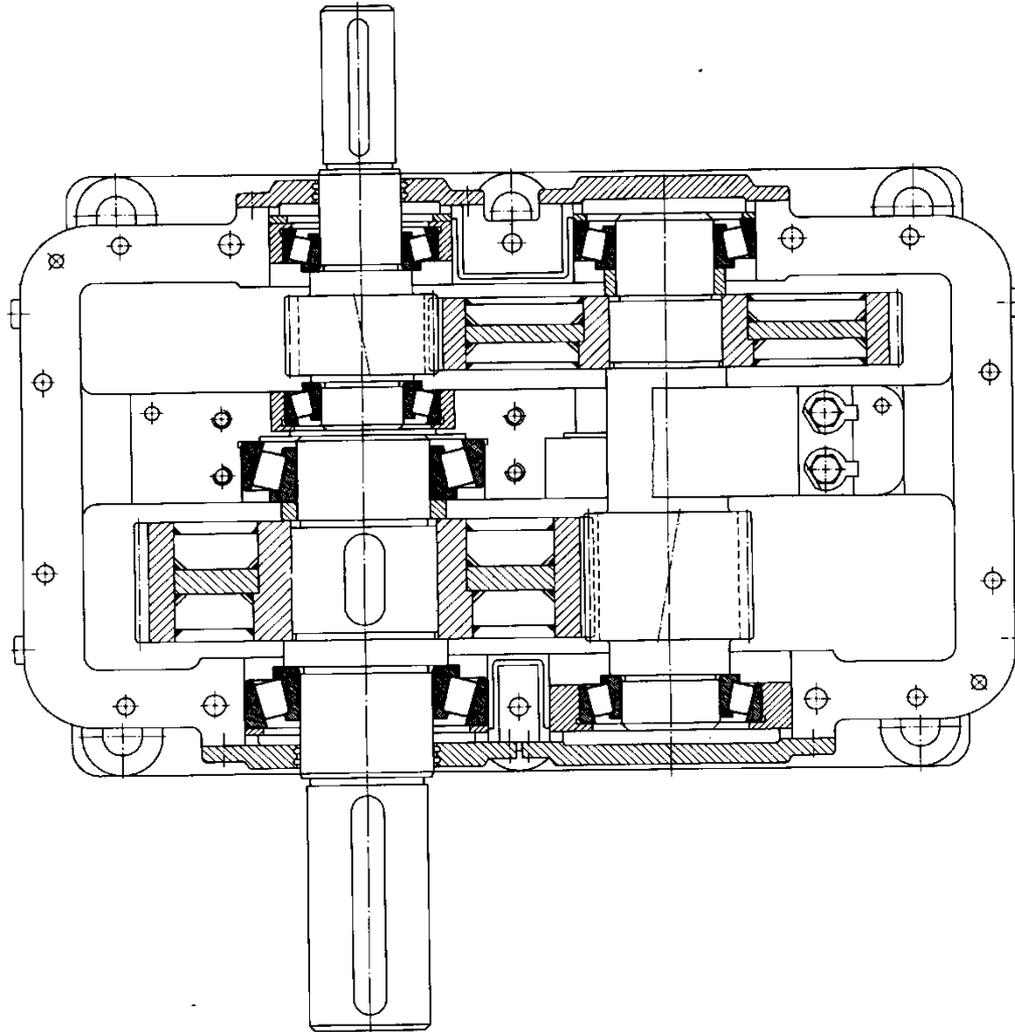
Exemplos:

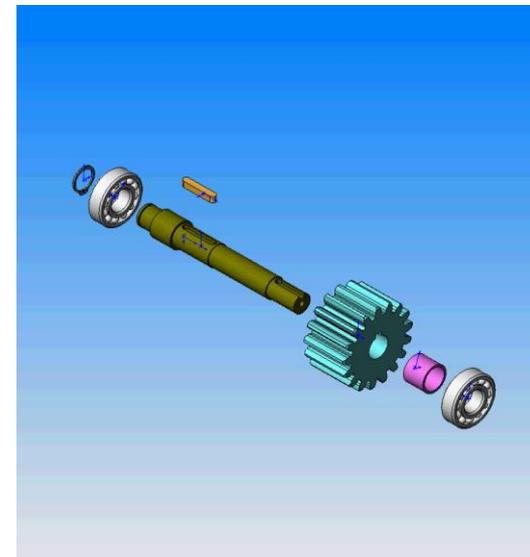
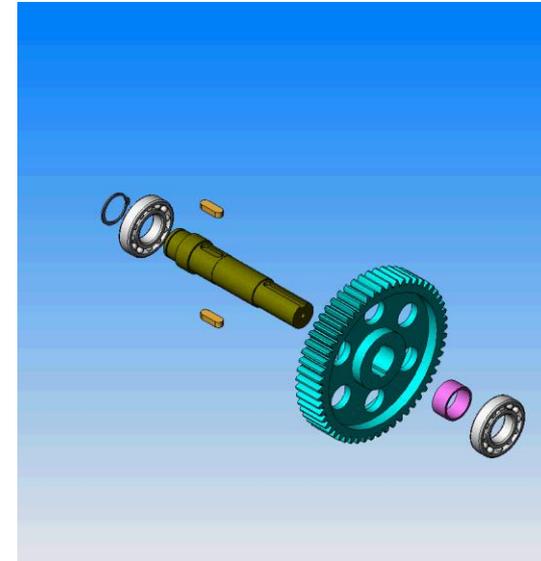
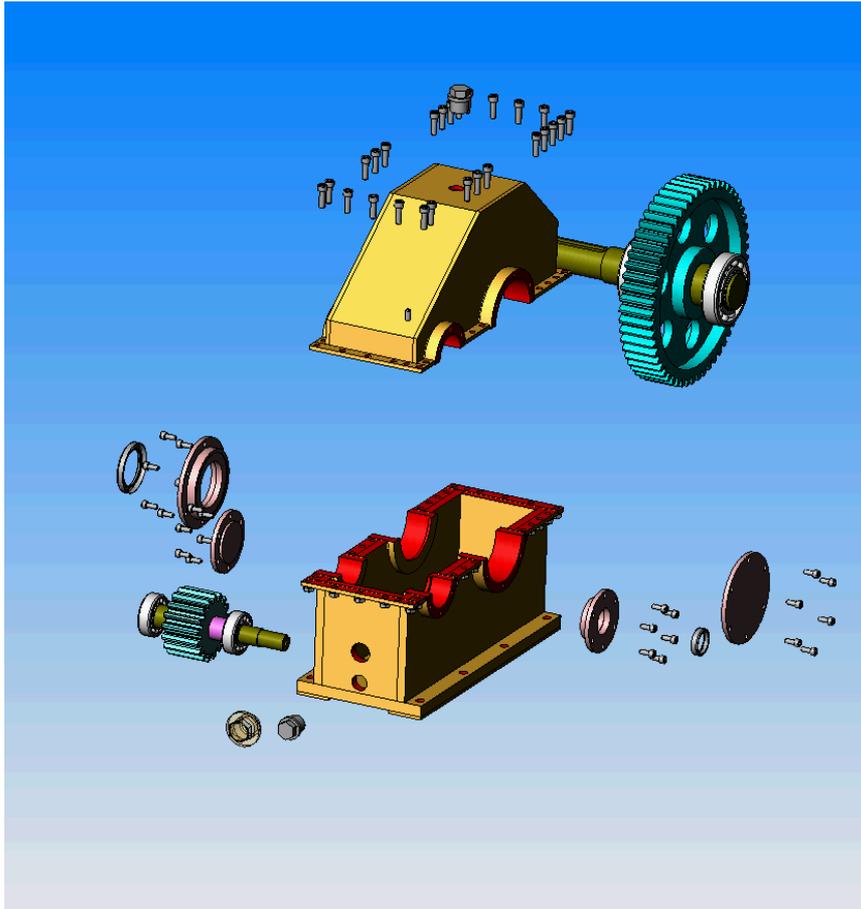
- Aeronaves comerciais: $N \rightarrow 1,2-1,5$ (devido a necessidade de peso baixo, sofisticados ensaios analíticos);
- Aeronaves militares: $N < 1,1$ (tripulação usa paraquedas);
- Mísseis: $N=1$ (não tem tripulante);
- Escada rolante: $N=14$ (em um Estado americano);
- Suporte de elevadores $F^*=2$;
- Suporte de maquinas leve $F \geq 1,2$;
- Suporte de maquinas de movimento alternado $F \geq 1,5$.

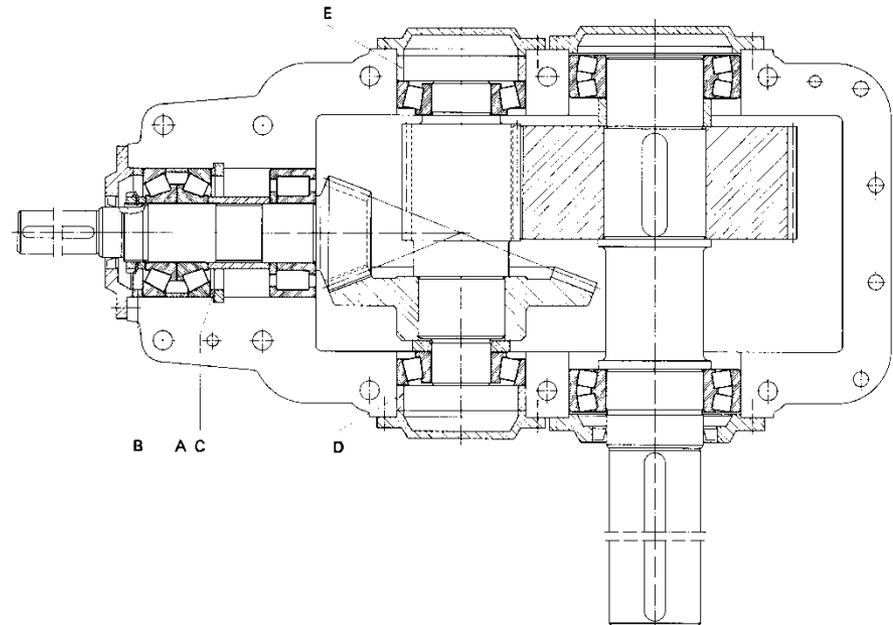
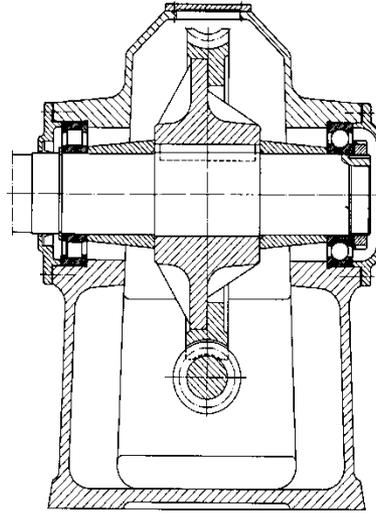
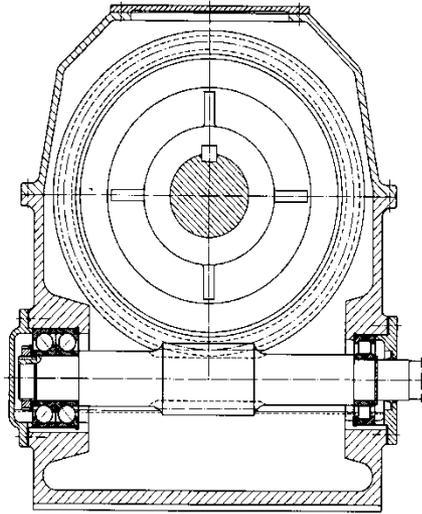
* F = fator de serviço

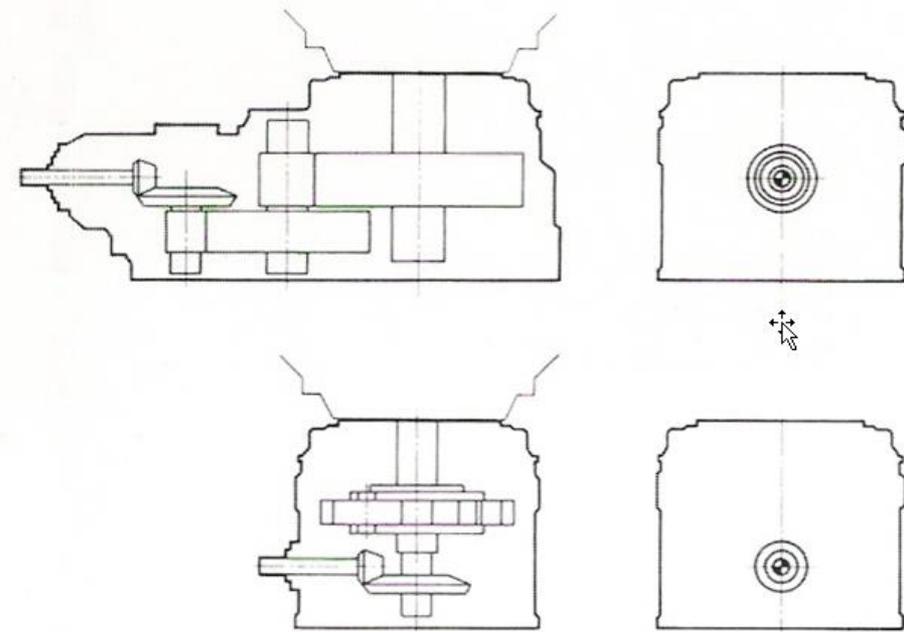
Fontes: NORTON, R.L. “ Projeto de Máquinas”, 2.ed. Bookman, Porto Alegre, 2004.;
SHIGLEY, J.E., Projeto de engenharia mecânica, Ed. Bookman, 7ed, 2005

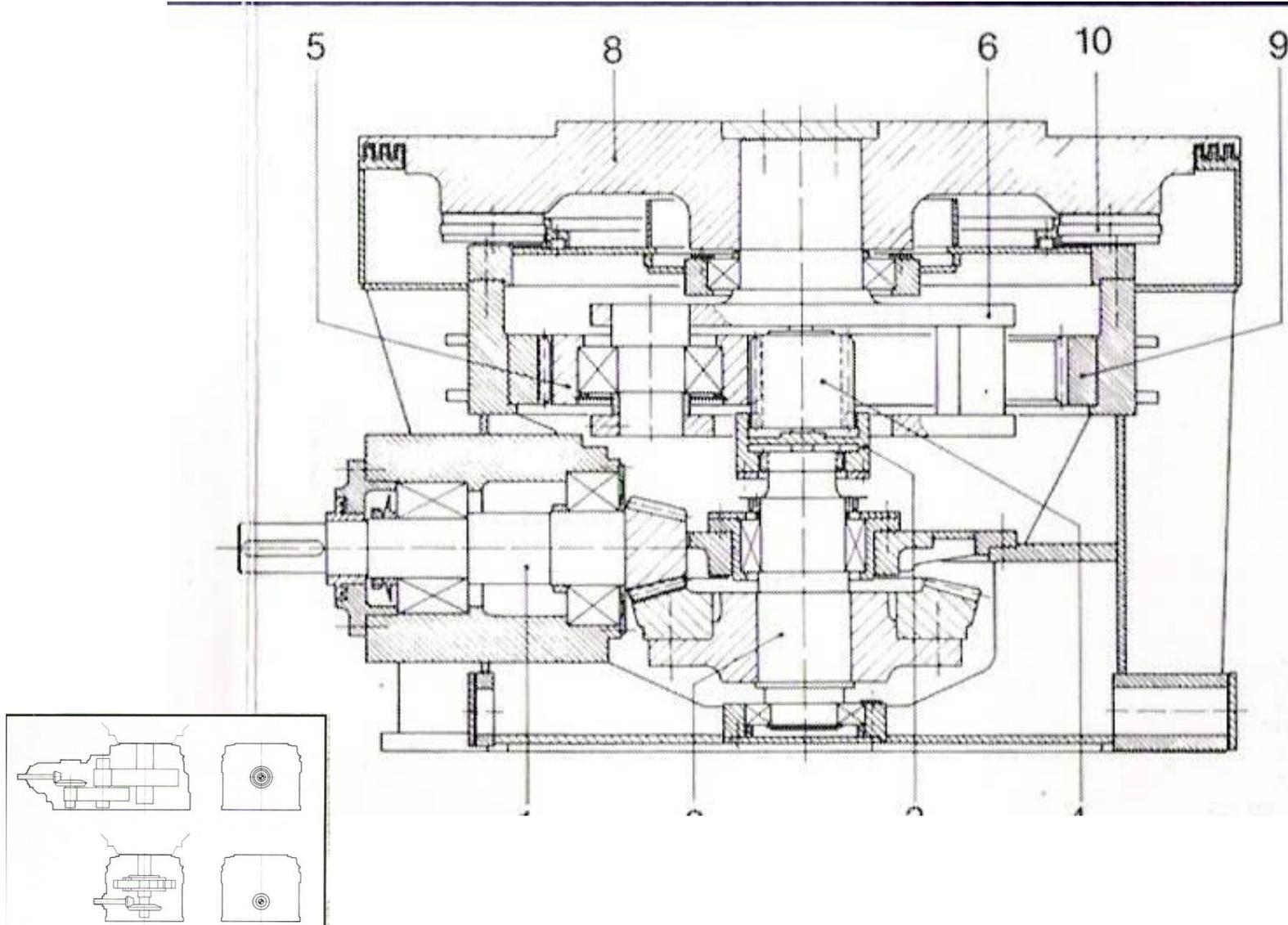
Exemplos



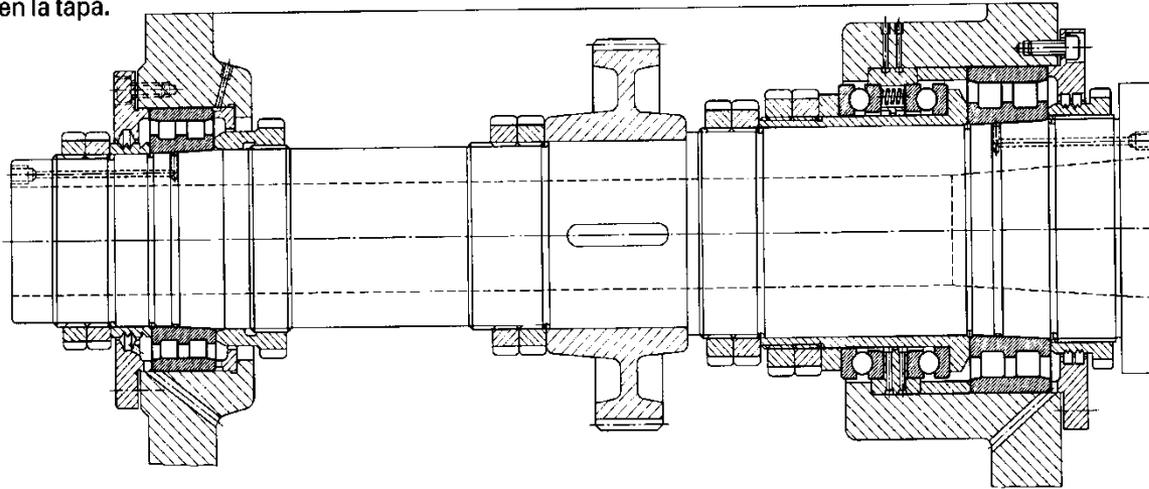




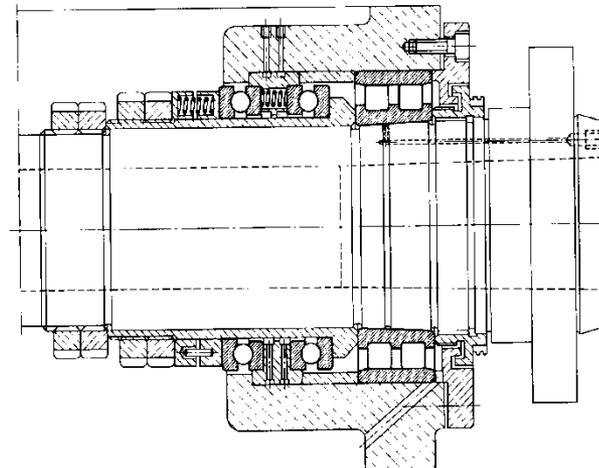
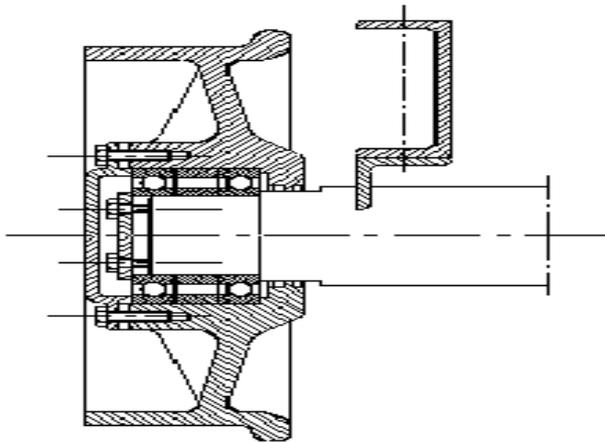


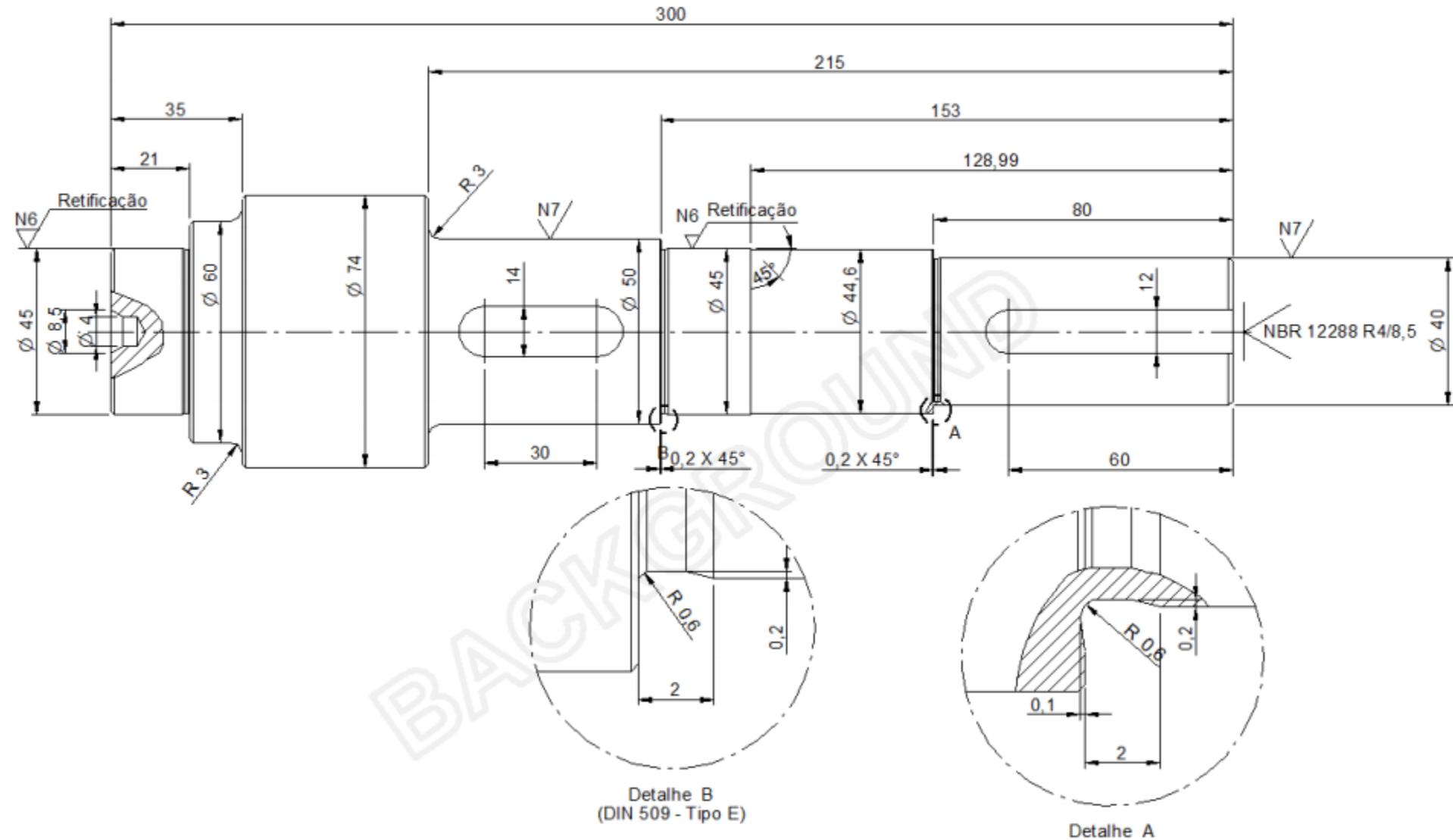


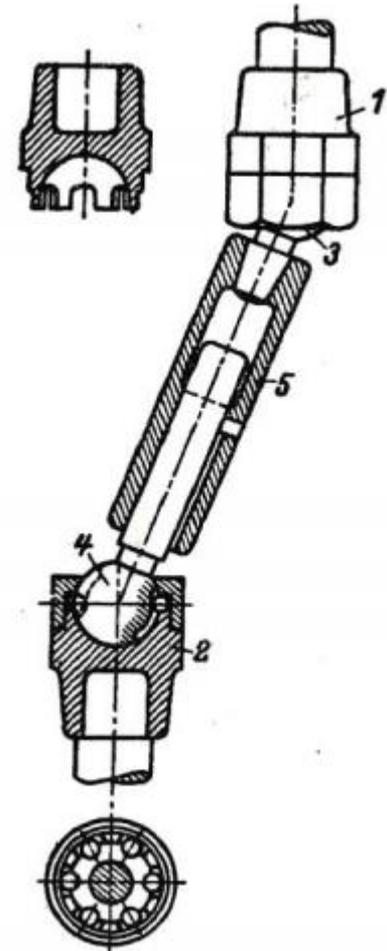
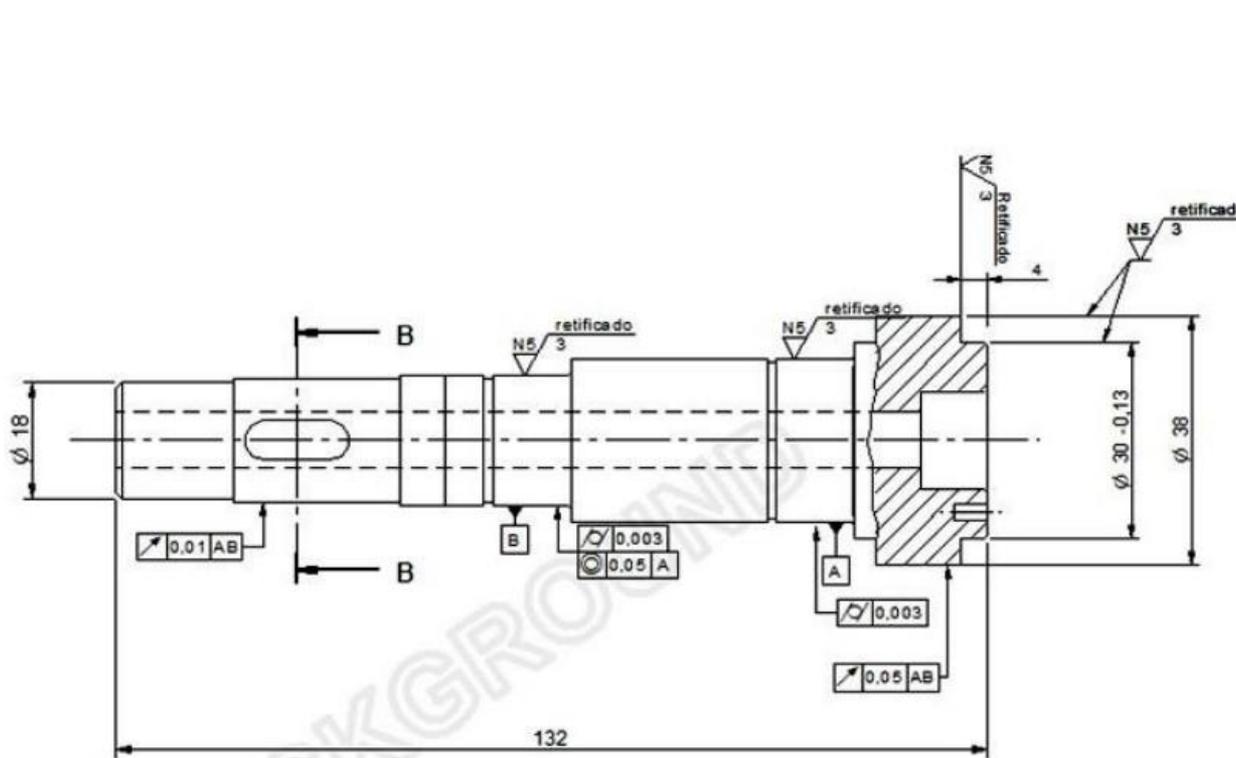
so conjunto una cubierta para evitar
en la tapa.

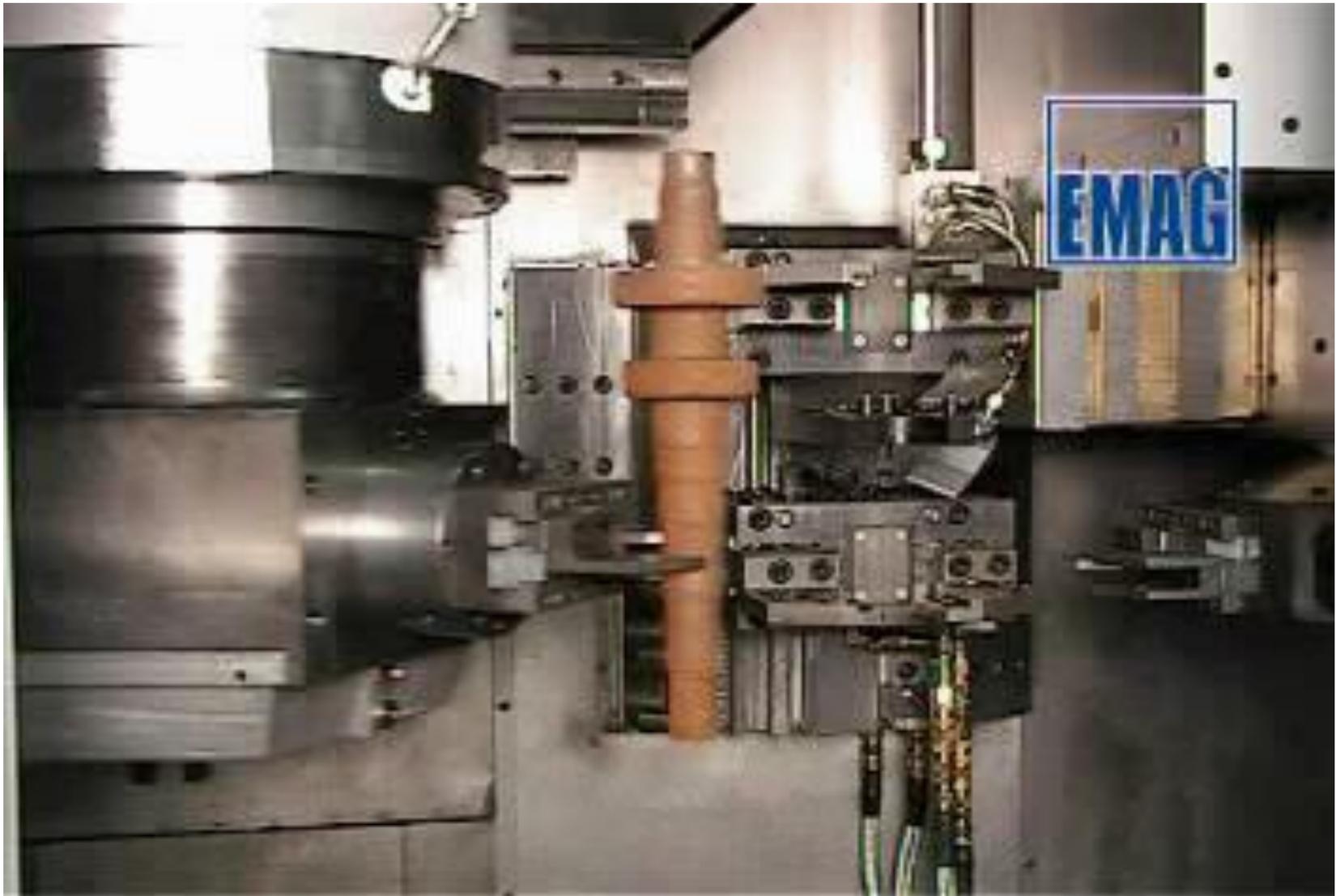


6 Husillo de un torno









5- BIBLIOGRAFIA

BAXTER, M. *Projeto de Produto*. Ed. Edgard Blücher, 2000.

NIEMANN, G. “Elementos de Máquinas”, vols. I, II e III, Editora Edgard Blucher, 1991.

NORTON, R.L. “Projeto de Máquinas”, 2.ed. Bookman, Porto Alegre, 2004.

PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K-H. *Projeto na Engenharia*, Ed. Edgard Blucher. 2005, 412p.

PUGH, S. *Total design: Integrated method for successful product engineering*. Addison-Wesley, 1995.

SHIGLEY, J. E. “Projeto de Engenharia Mecânica”, 7.ed. Bookman, Porto Alegre, 2005.

SKF - Catálogo de Rolamentos, 1989.

Exercício 01: Desenhar o croqui dos eixos de entrada e de saída do redutor de velocidades abaixo. Indique as superfícies funcionais e as acessórias.

