



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

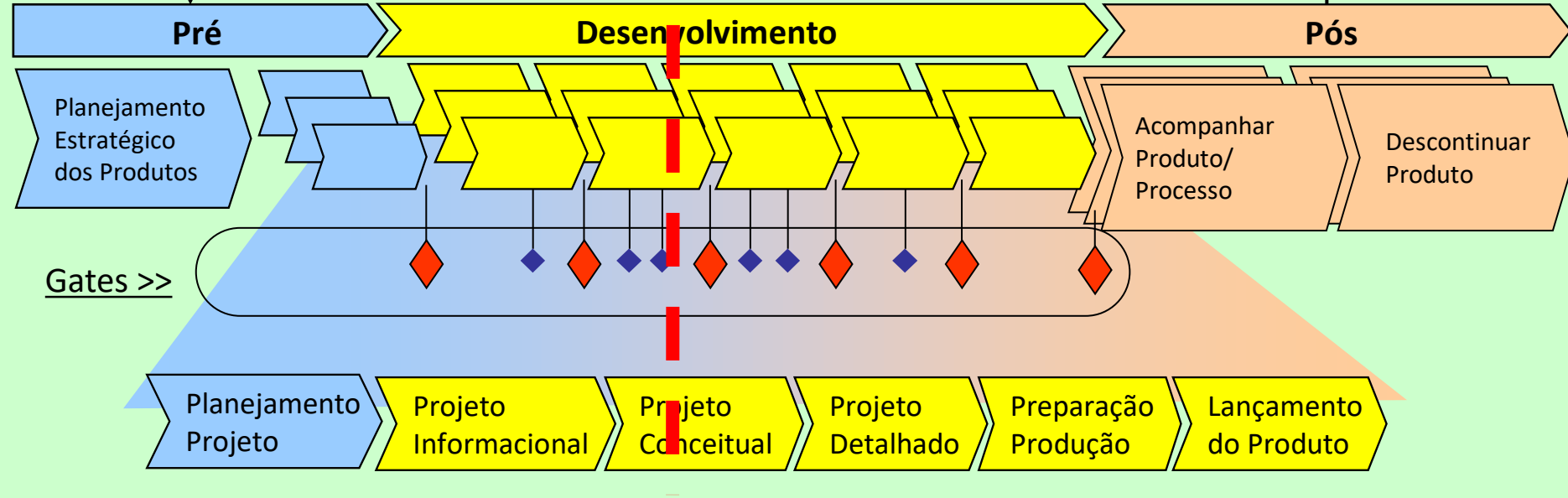


Aula 14: alternativas de solução e arquitetura de produto

Onde estamos?

Estamos aqui

Processo de Desenvolvimento de Produto



Processos de apoio

Gerenciamento de mudanças de engenharia

Melhoria do processo de desenvolvimento de produtos

O segundo relatório compreende 6 itens

Primeira parte

A) Análise Funcional

Definição das funções principais e secundárias do produto

B) Estudo de diferenciação

Entendimento da diferenciação do produto (em relação ao mercado e/ou concorrência)

C) Escala vertical e valor mercadológico

Definição da escala de avaliação de preços a partir da busca de produtos e preços no mercado. Determinação do valor mercadológico do produto em desenvolvimento, justificando a decisão tomada

D) Estudo de aproveitamento técnico

Levantamento idéias a serem aproveitadas, a partir do benchmarking comparativo realizado considerando linhas de similaridades do produto

Abordado
nesta aula

O segundo relatório compreende 6 itens

Segunda parte

Abordado
nesta aula

E) Reformulação dos desenhos iniciais

Reformulação da estrutura inicial do produto considerando as funções e os princípios de solução adotados

F) Delineamento da comercialização/distribuição

Definição dos possíveis canais de distribuição e pontos de venda adequados à colocação do produto no mercado

- Princípios de solução (livro item 7.4)
- Criatividade (7.4)
- Benchmarking
- Alternativas de solução (7.5)
- Arquitetura de Produto (7.6)
- Próximos passos no projeto

Desenvolver princípios de solução para as funções

Estrutura funcional

Projeto
Conceitual

Desenvolver
princípios de solução
para as funções

Definir efeitos físicos

Definir portadores de efeitos

Princípios de solução

Relação com outras
atividades

Modelar
funcionalmente
o produto

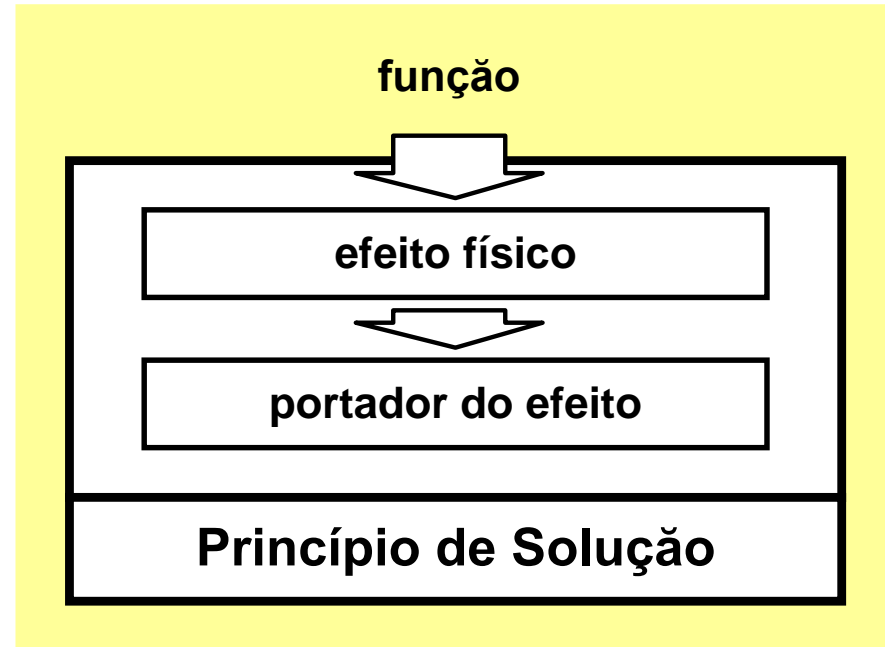
Desenvolver
princípios de solução
para as funções

Desenvolver as
alternativas de solução

Métodos, ferramentas,
documentos de apoio

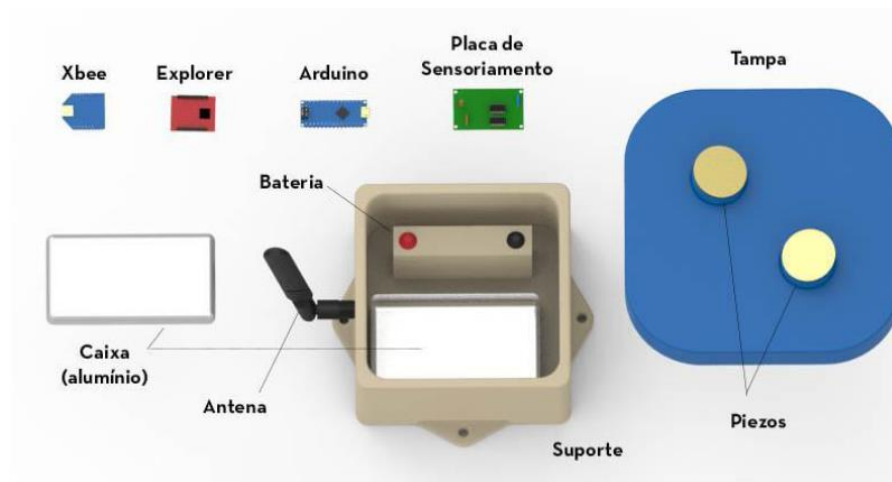
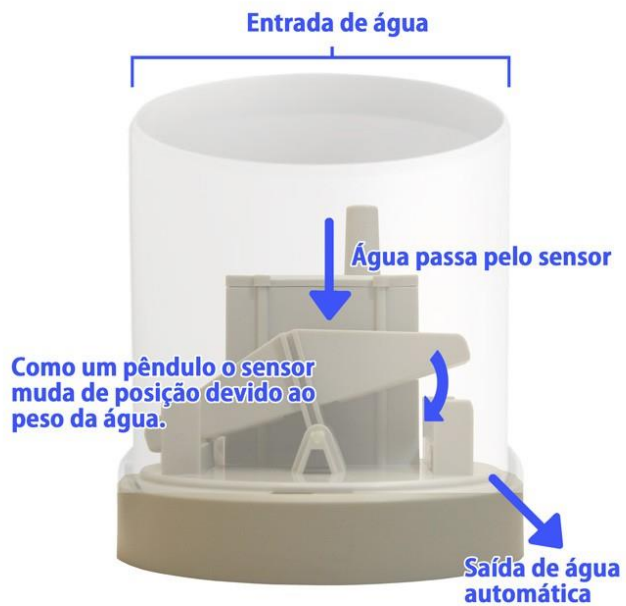
Abstração orientada
Catálogos de solução
Métodos de Criatividade

- Definir efeitos físicos (ou químicos, biológicos,...)
- Definir portadores de efeito
 - Sistema físico capaz de realizar o efeito físico esperado
 - Ao se definir um portador para um efeito, define-se o princípio de solução a ser utilizado para a função



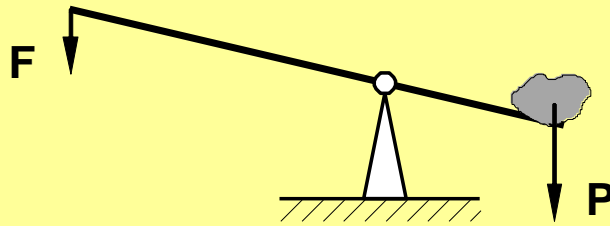
Exemplo

Pluviômetro – função: medir chuva (precipitação)

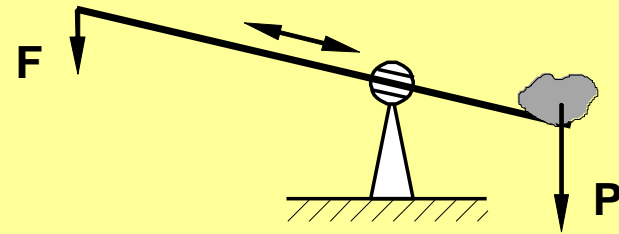


Podemos ter diferentes portadores para um mesmo efeito

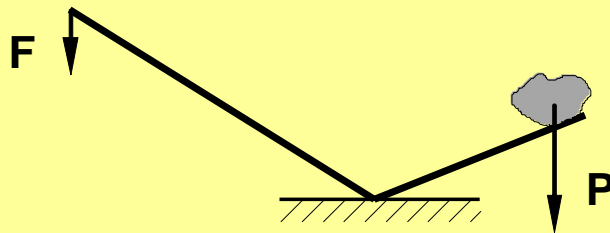
Exemplo: Portadores para o efeito físico da alavanca



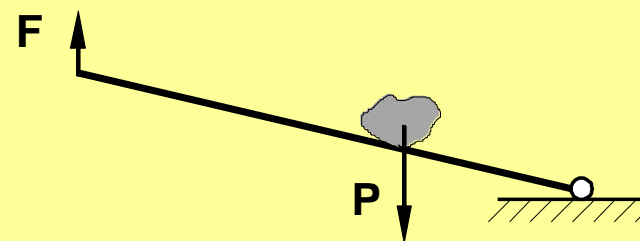
Alavanca com relação entre braços fixa



Alavanca com relação entre braços variável



Ponto de apoio incorporado à alavanca



Ponto de apoio na extremidade e carga do lado da força

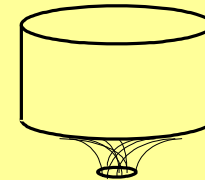
- Princípio de solução
 - Sistema físico, composto por elementos e suas relações
 - A representação deve possibilitar a identificação do tipo de elemento, quantidade, forma, movimentos e atributos de materiais
- Podem existir diferentes princípios de solução para uma mesma função

Exemplo: Princípios de solução para funções

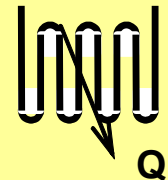
Função: *aquecer solução*



Resistência elétrica

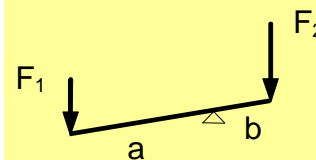


Chama



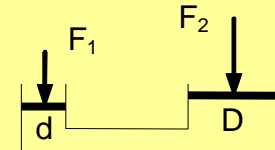
Serpentina de vapor

Função: *ampliar força*



$$F_2 = F_1 \cdot a/b$$

Alavanca



$$F_2 = F_1 \cdot (D/d)^2$$

Macaco hidráulico

- Princípios de solução (livro item 7.4)
- Criatividade (7.4)
- Benchmarking
- Alternativas de solução (7.5)
- Arquitetura de Produto (7.6)
- Próximos passos no projeto

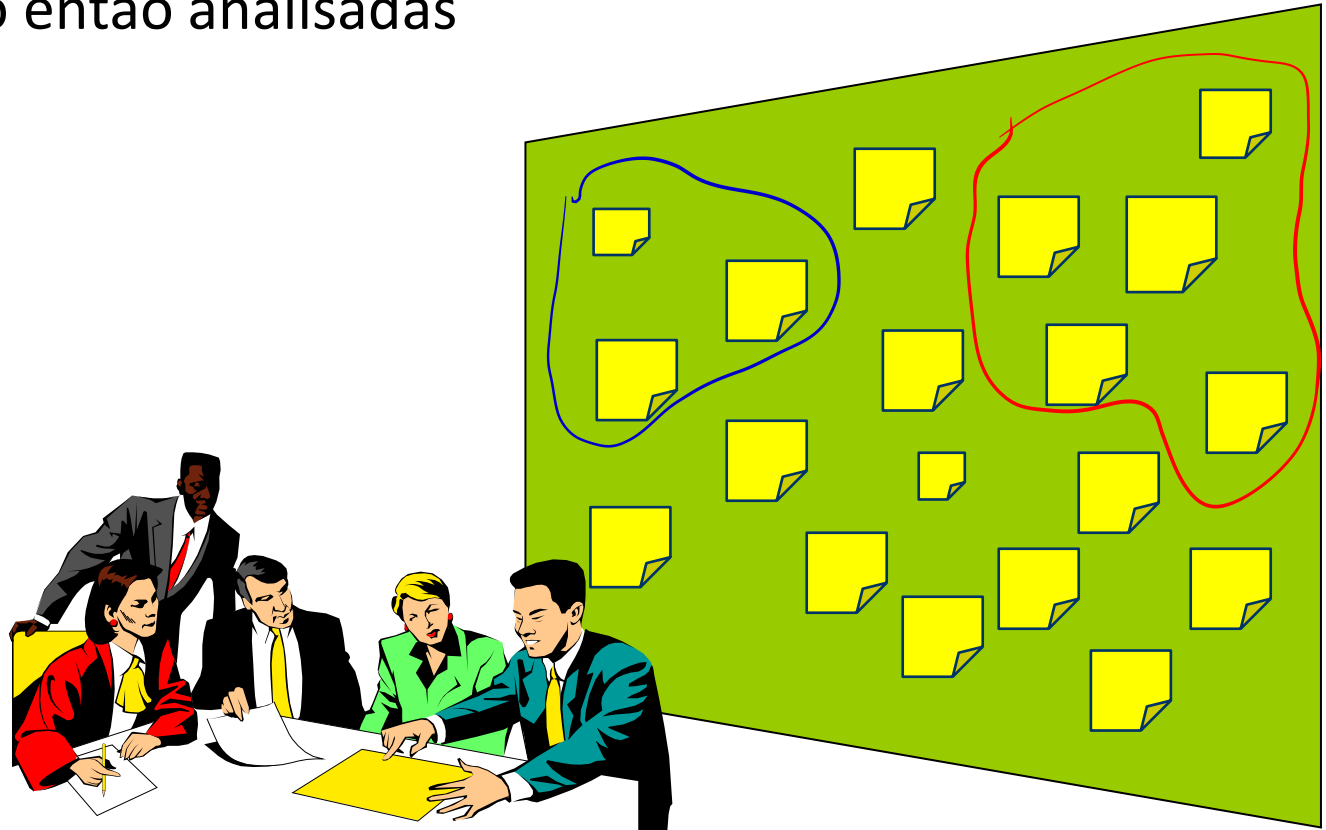
Obtenção dos princípios de solução

- Bancos de dados de princípios de solução
- Catálogos de princípios de solução
- **Métodos de criatividade**
 - *Brainstorming*
 - Galeria
 - Método Morfológico

- A busca de soluções para um problema se processa em dois tempos
 - Busca de idéias
 - Avaliação das idéias
- Equipe multidisciplinar
- Princípios
 - É “proibida” a crítica
 - Mesmo a ideia mais extravagante é bem-vinda
 - É preciso jogar com as ideias
 - Procura-se o máximo de ideias

Galeria (método intuitivo)


- Tanto para trabalho individual quanto em grupo
- Cada membro propõe soluções individualmente
- As soluções propostas (desenhos e textos) são fixados em paredes
- As soluções são então analisadas



Método morfológico (método sistemático)

- Pesquisa sistemática de diferentes combinações de elementos ou parâmetros com o objetivo de encontrar uma nova solução para o problema
 - Listar as funções do produto
 - Listar os possíveis meios (princípios de solução) para cada função
 - Representar as funções e os princípios de solução e explorar as combinações

		princípios de soluções					
		1	2	...	j	...	m
1	F_1	S_{11}	S_{12}		S_{1j}		S_{1m}
2	F_2	S_{21}	S_{22}		S_{2j}		S_{2m}
⋮		⋮	⋮		⋮		⋮
i	F_i	S_{i1}	S_{i2}		S_{ij}		S_{im}
⋮		⋮	⋮		⋮		⋮
n	F_n	S_{n1}	S_{n2}		S_{nj}		S_{nm}



Combinação de princípios

- Princípios de solução (livro item 7.4)
- Criatividade (7.4)
- Benchmarking
- Alternativas de solução (7.5)
- Arquitetura de Produto (7.6)
- Próximos passos no projeto

- Atividade de **comparar processos, práticas, funções e resultados, com os líderes reconhecidos**, para identificar as oportunidades para melhoria da qualidade
- Trata-se de um processo contínuo, que pode incluir a comparação de estratégias, **produtos**, serviços, operações, processos, e procedimentos
- Essa comparação pode ser feita inclusive com líderes de ramos de atuação diferentes da organização

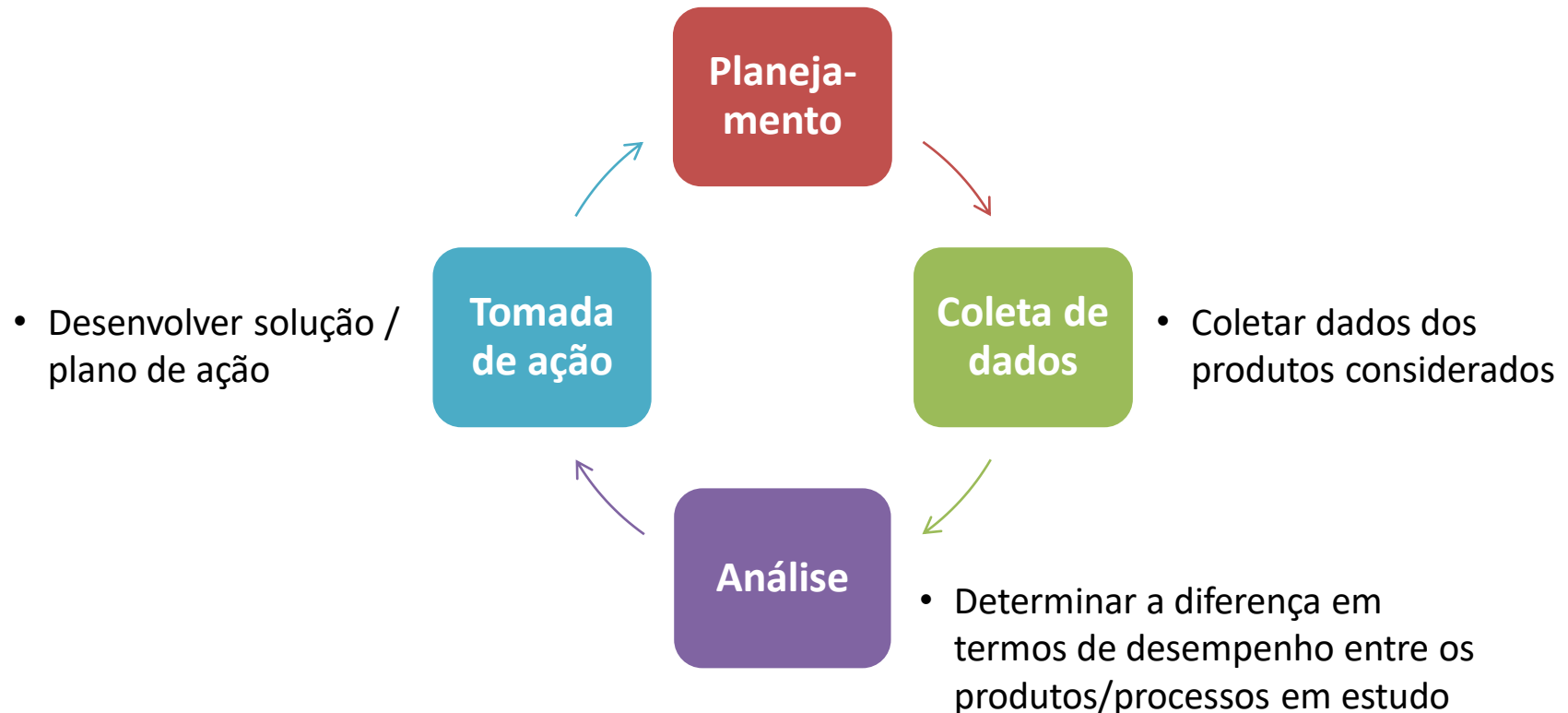
Aplicação do conceito de benchmarking para comparação entre produtos

A comparação pode envolver:

- **Funções** (ex.: recursos entre câmeras de vídeo)
- **Conceito** (ex.: diferentes fontes de luz - monocromáticas convencionais vs. laser)
- **Materiais** (ex.: aço vs. plásticos de engenharia)
- **Tecnologia** (ex.: sistema de transmissão na telefonia celular)
- **Desempenho** (ex.: consumo de combustível entre automóveis)
- **Outros** (facilidade de uso, taxa de falhas etc.)

Passos para realizar benchmarking

- Definir o tipo de benchmarking a ser utilizado
- Decidir quais processos/produtos serão comparados
- Definir pontos/indicadores para comparação



- O real objetivo do *benchmarking* é identificar as oportunidades de melhoria de um produto ou processo e trabalhar para resolvê-las
- A aplicação do *benchmarking* pode ser feita utilizando os indicadores reais ou uma escala
 - Exemplo: consumo de combustível
 - **Indicadores reais:** quilômetros por litro
 - **Indicadores por escala:** 1 a 5 (sendo 1 – péssimo consumo e 5 – excelente consumo)

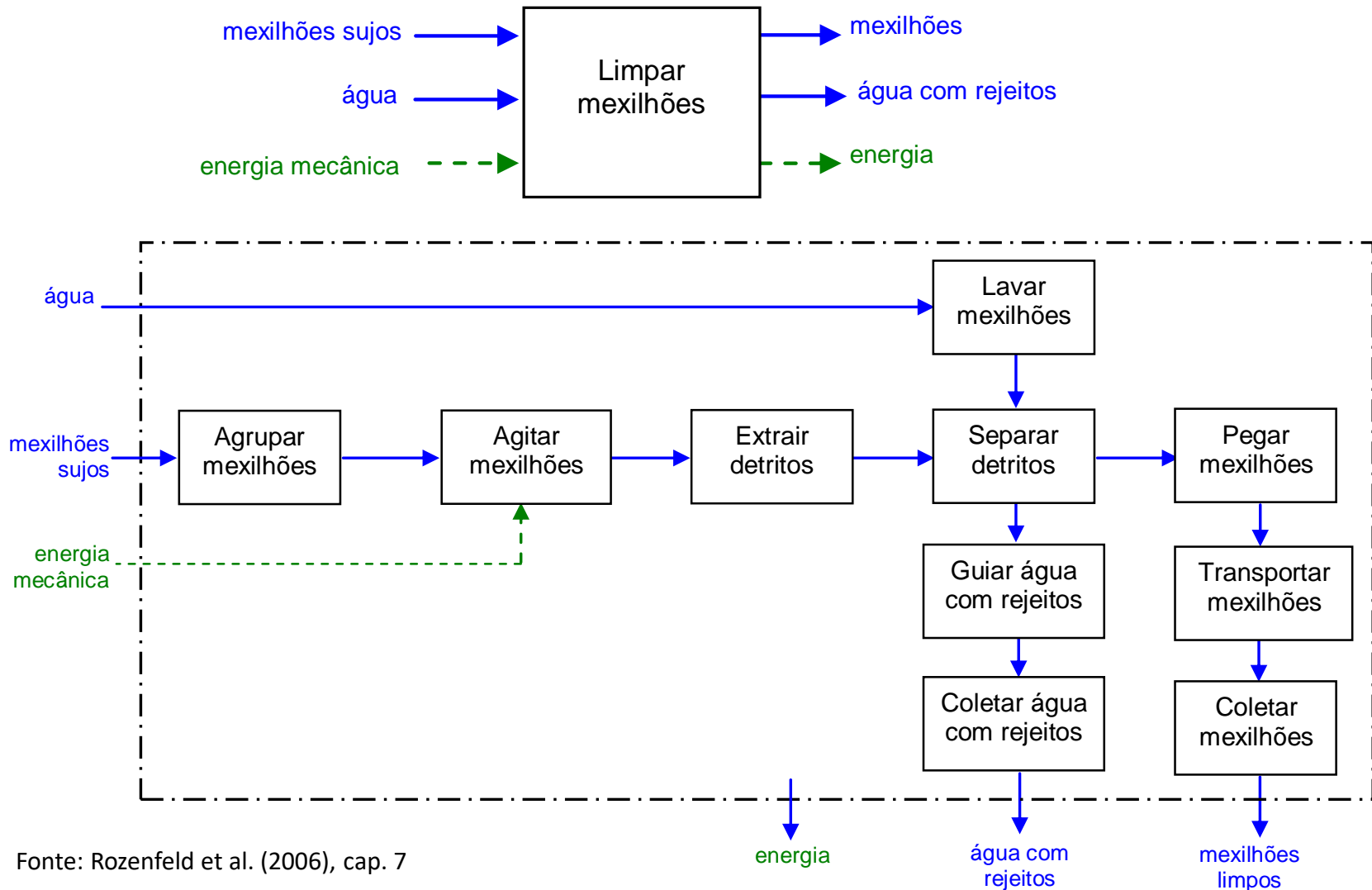
- Princípios de solução (livro item 7.4)
- Criatividade (7.4)
- Benchmarking
- Alternativas de solução (7.5)
- Arquitetura de Produto (7.6)
- Próximos passos no projeto

Desenvolvimento de alternativas de solução para o produto

- A elaboração de modelos de concepção para o produto consiste na **combinação** dos princípios de solução individuais para formar os princípios de solução totais para o produto
- A matriz morfológica é uma das formas de se estruturar esta combinação





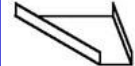


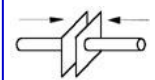









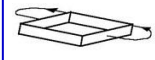




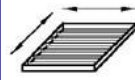
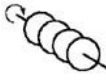
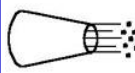
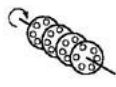

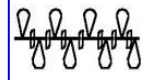
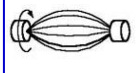
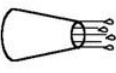
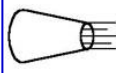
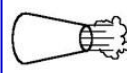
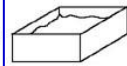
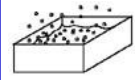

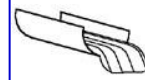


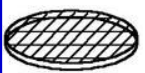
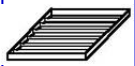
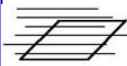
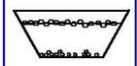
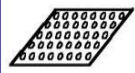
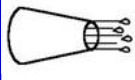
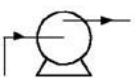



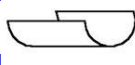



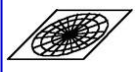




1. Realizar análise funcional

Exemplo: análise funcional de equipamento para limpeza de mexilhões



















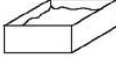







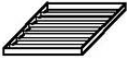

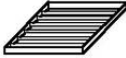

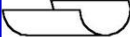










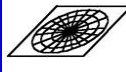








2. Desenvolver alternativas de solução para o produto

Exemplo: matriz morfológica de equipamento para a limpeza de mexilhões

Agrupar mexilhões											
Agitar mexilhões											
Extrair detritos dos mexilhões											
Lavar mexilhões											
Separar detritos											
Guiar água com detritos											
Coletar água com detritos											
Pegar mexilhões											

3. Selecionar alternativas de solução

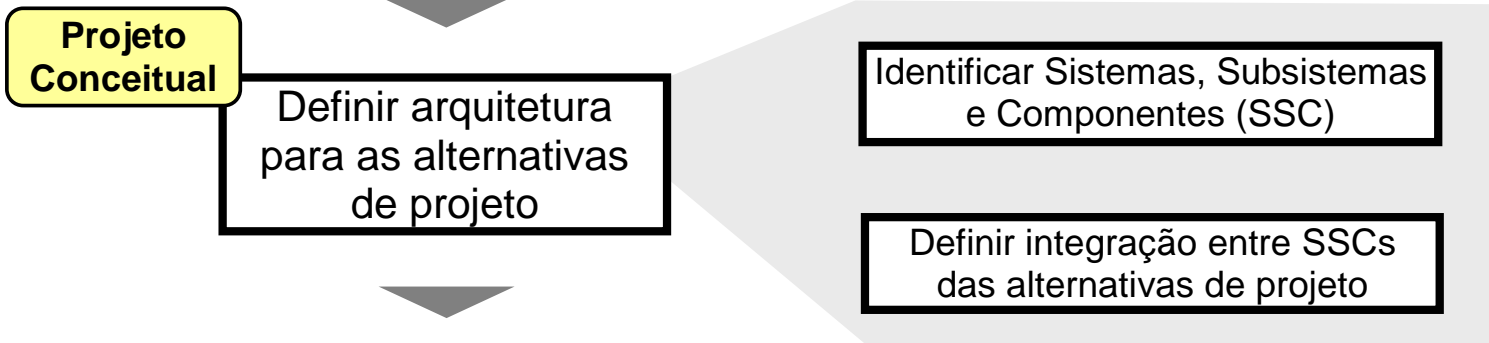
	1	2	3	4	5	6
Agrupar mexilhões						
Agitar mexilhões						
Extrair detritos dos mexilhões						
Lavar mexilhões						
Separar detritos						
Guiar água com detritos						
Coletar água com detritos						
Pegar mexilhões						

Desenvolver alternativas de solução para o produto

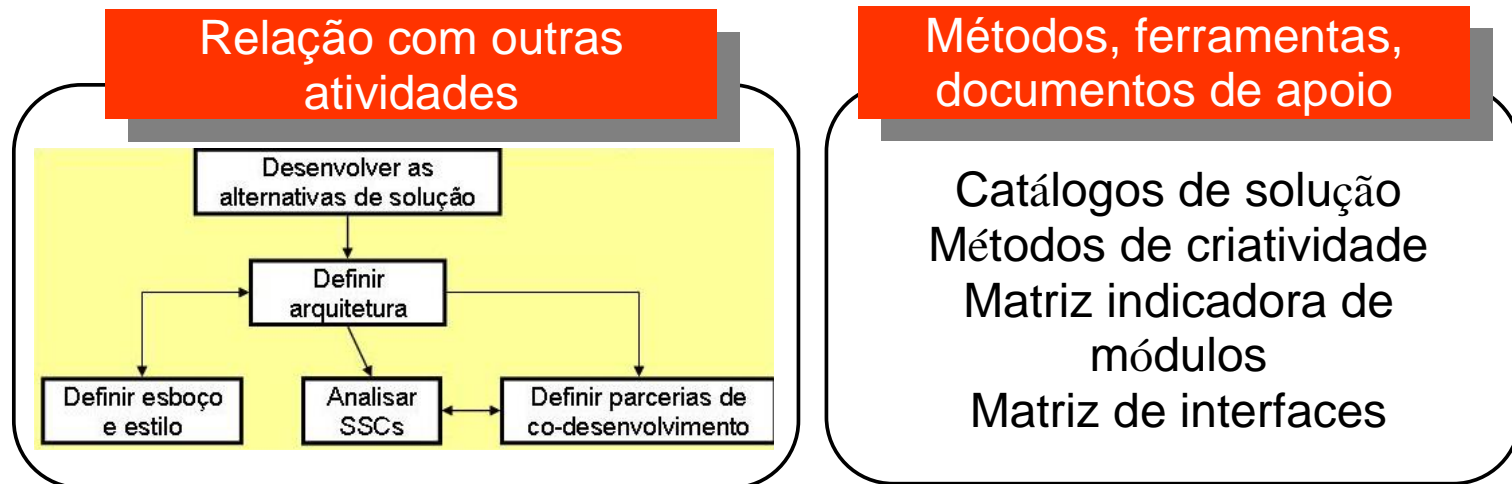
- Neste momento, temos um **conjunto de alternativas**
 - Descrevem princípios de solução
 - Ainda com certo grau de abstração
- Devemos agora buscar uma **descrição das alternativas em termos das formas físicas** que serão usadas para suportar os princípios de solução associados as funções
 - Definição dos SSCs e sua integração
 - Definição da arquitetura de produto

- Princípios de solução (livro item 7.4)
- Criatividade (7.4)
- Benchmarking
- Alternativas de solução (7.5)
- Arquitetura de Produto (7.6)
- Próximos passos no projeto

Alternativas de solução



Layout do produto



- Identificar sistemas, subsistemas e componentes
 - A partir dos princípios de solução em cada alternativa gerada, deve-se buscar-se as soluções físicas possíveis de serem construídas e que formarão os SSCs
- Definir a integração entre os SSCs
 - Junto com a definição dos SSCs, são definidas as interfaces entre os mesmos (como serão fixados e posicionados os SSCs)

- Um produto é constituído por diversos componentes físicos que atuam com recursos específicos para realizar determinada função
- A **arquitetura do produto** descreve como estes componentes são organizados e como eles interagem entre si (funcionalmente)
- O conceito de arquitetura envolve
 - Arranjo entre elementos funcionais
 - Mapeamento dos elementos funcionais para os componentes físicos
 - Especificação das **interfaces** entre os componentes físicos que interagem entre si

Exemplos de arquitetura de produtos – lavadora de roupas – diferentes arquiteturas para mesma função

Lavadora tipo tanquinho – tambor fixo



Lavadora abertura superior – tambor vertical



Lavadora abertura frontal – tambor horizontal



Exemplos de arquitetura de produtos – elevadores de carros – diferentes arquiteturas para mesma função

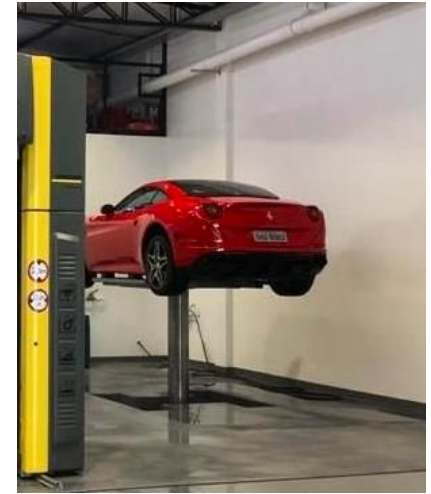
Elevador convencional de 2 colunas, motor elétrico



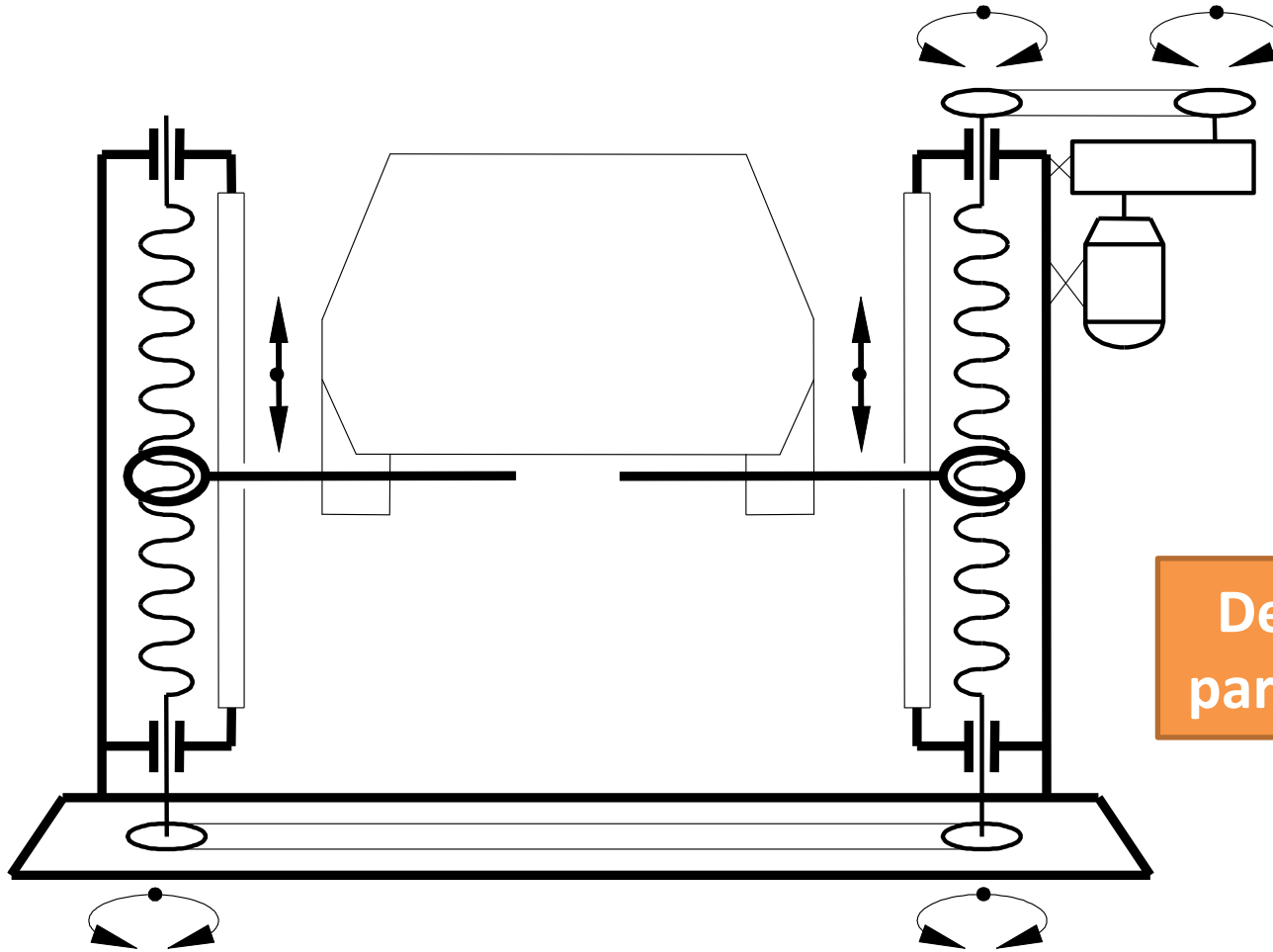
Elevador pantográfico, pneumático



Elevador pistão central, pneumático



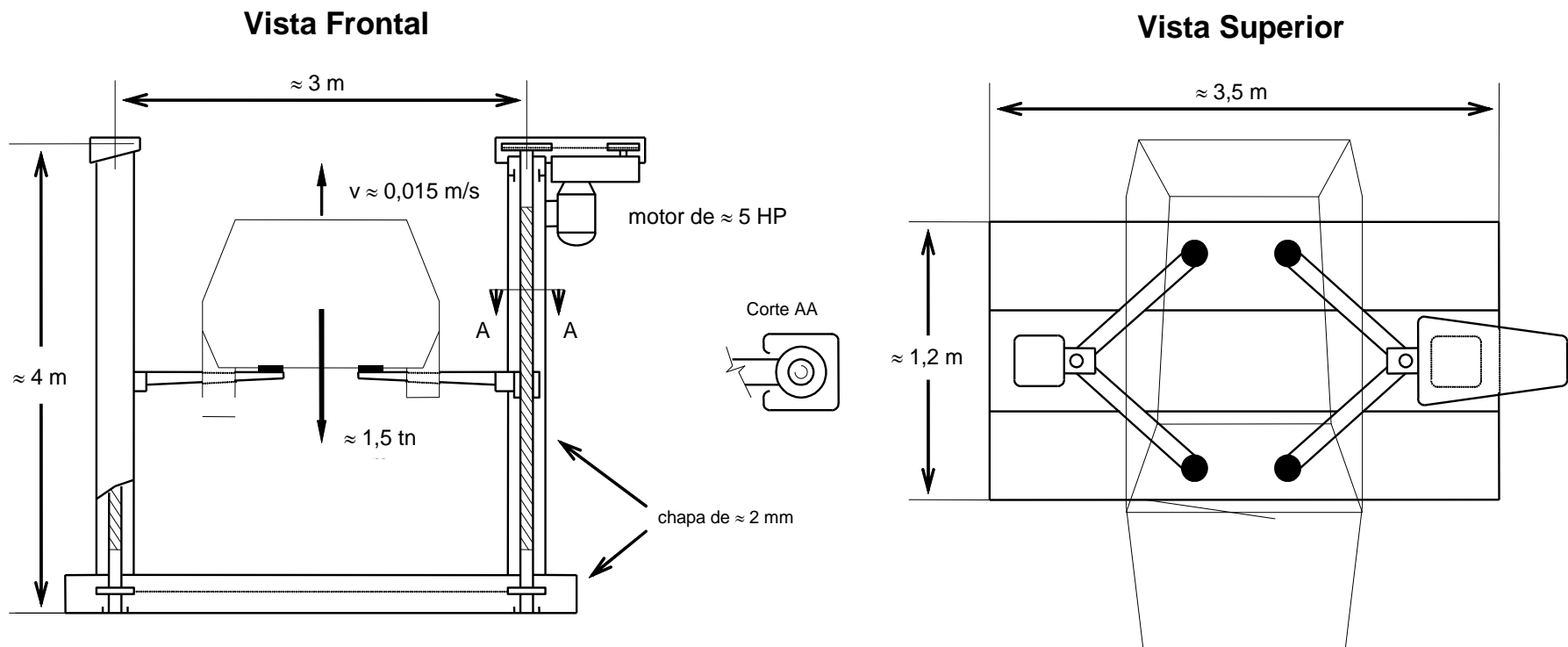
Arquitetura de alternativa, representada por SSCs e interfaces



Detalhamento
para 2º relatório

Detalhamento para 3º relatório

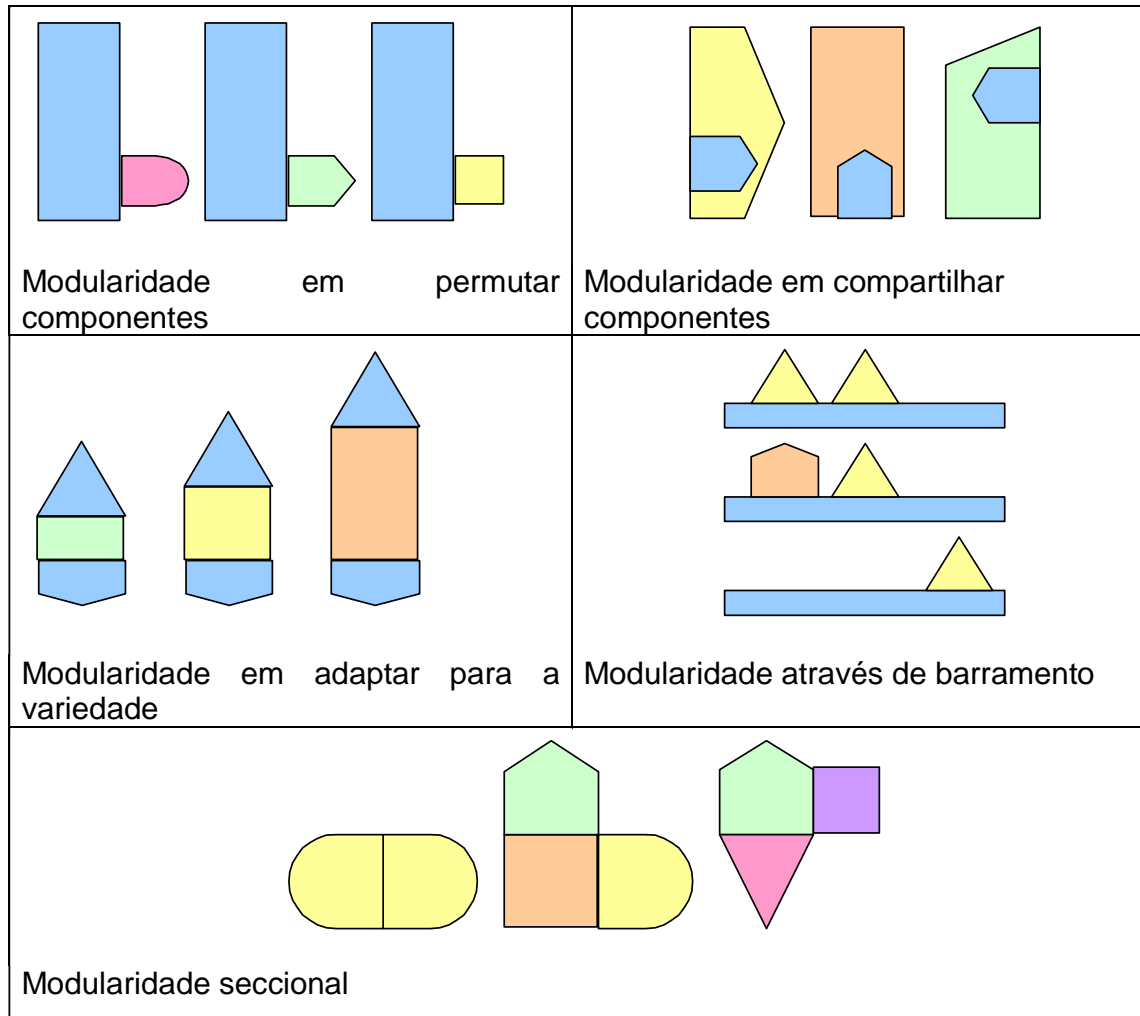
Exemplo de modelo de concepção



Contém informações razoáveis sobre as formas, materiais, processos que permitem gerar uma BOM inicial

- **Arquitetura modular**
 - Cada módulo implementa uma ou algumas poucas funções
 - Evita-se compartilhamento de funções entre dois ou mais módulos
 - As interações entre os módulos são bem definidas e fundamentais para a realização da função global do produto
- **Arquitetura integral**
 - As funções do produto são distribuídas em vários conjuntos de componentes
- Escolha entre tipo de arquitetura depende da aplicação, volumes de vendas, variações (produtos derivados), dentre outros fatores

Tipos de modularidade



Abordagens relacionadas ao projeto modular

- Desenvolvimento de plataformas de produtos
- Máximo compartilhamento de sistemas
- Máxima variação funcional
- Otimização do ciclo de vida do(s) produto(s)



- Princípios de solução (livro item 7.4)
- Criatividade (7.4)
- Benchmarking
- Alternativas de solução (7.5)
- Arquitetura de Produto (7.6)
- Próximos passos no projeto

Cronograma do curso

Resumos e relatórios

Fases do curso e do desenvolvimento de produtos

