



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

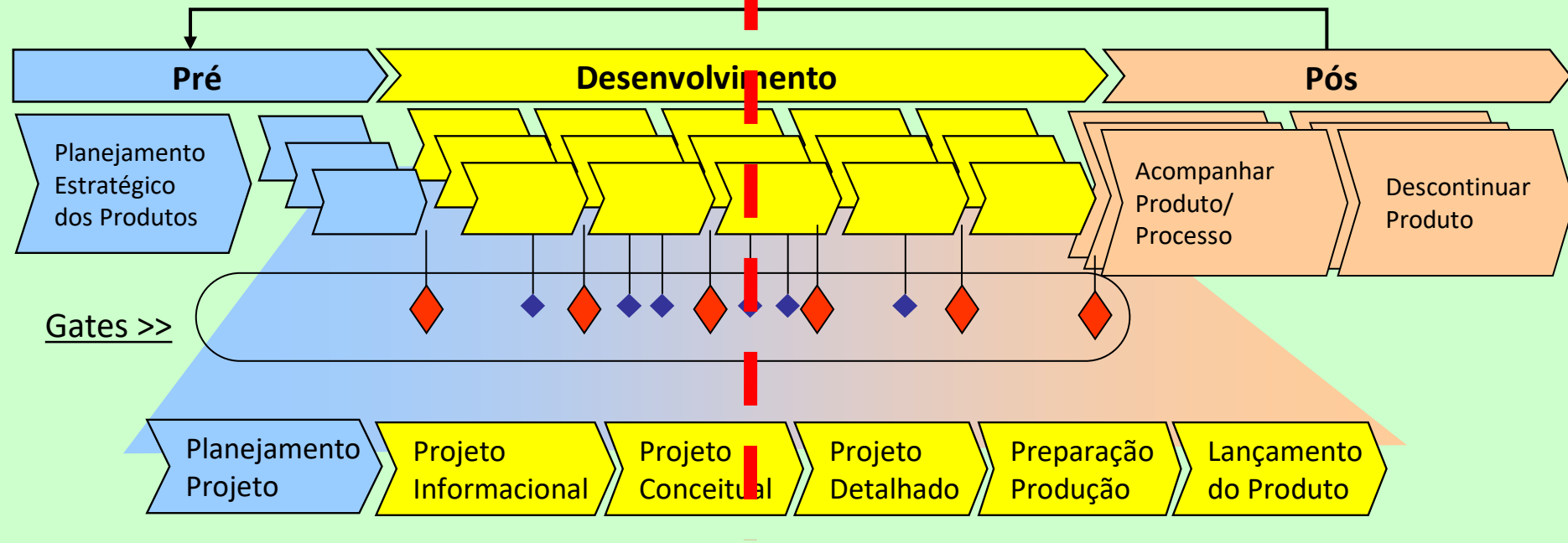


Aula 19: DFMA (*Design for Manufacturing and Assembly*)

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 terceiro relatório compreende 5 itens

A) Conjunto do produto

Desenhar o produto com a fixação das principais dimensões, elaborando um desenho conjunto, esclarecendo o máximo possível os detalhes. Recomenda-se aprimorar o desenho de conjunto aplicando o DFMA

B) Estrutura do produto

Estruturar o produto, especificando os principais sistemas, subsistemas e componentes

C) Constituição do produto

Especificar tecnicamente as matérias-primas selecionadas na composição do produto. Recomenda-se considerar a utilização de materiais reciclados e/ou recicláveis e de materiais com menor impacto no meio ambiente (sustentáveis)

D) Análise de adequação do projeto para a manufatura e montagem

Aprimorar o produto para a manufatura e montagem empregando o método DFMA (*Design for Manufacturing and Assembly*)

Abordado
nesta aula

E) Plano macro do processo de montagem

Definir o roteiro para montagem do produto

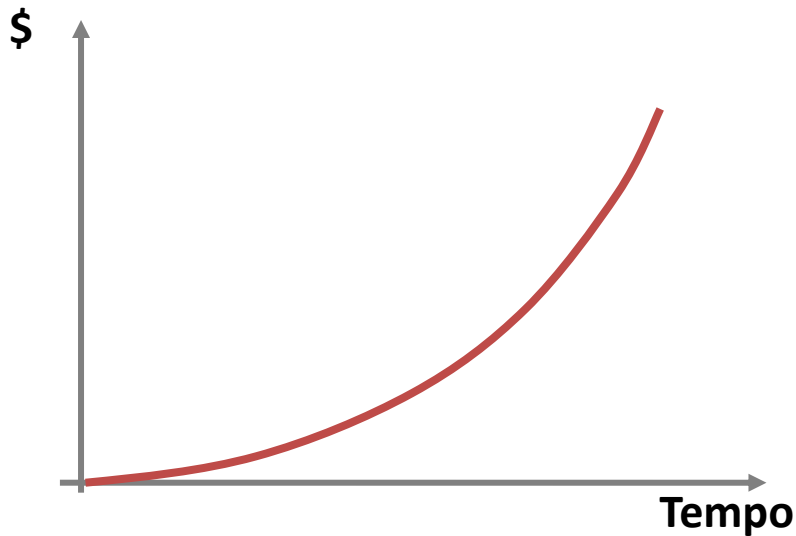
- Definição
- Abordagem de aplicação
- Resultados potenciais
- Aplicação nos projetos em desenvolvimento
- Próximos passos no projeto

O DFMA está inserido com contexto da engenharia simultânea

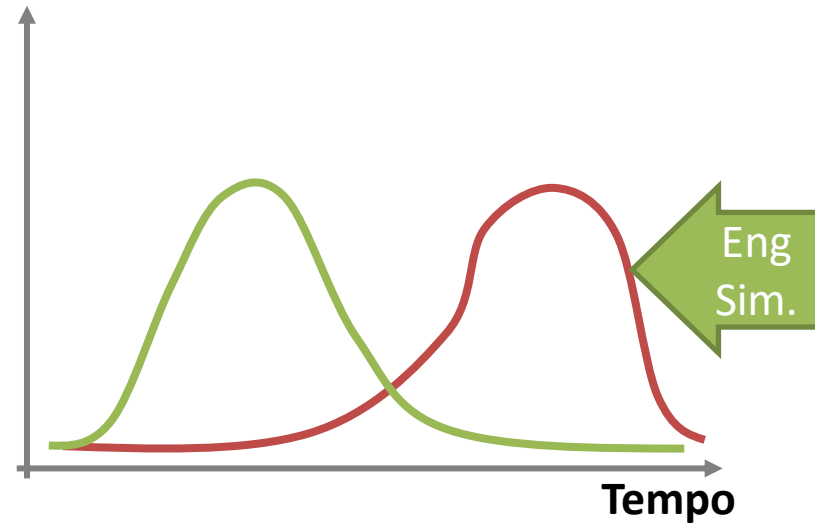
- Trabalho em equipes multifuncionais
- Paralelismo entre atividades
- Projeto voltado para manufatura (DFMA ... DFx)
- Integração entre cliente-fornecedor
- Aplicação de ferramentas de qualidade (QFD ...)

Objetivos da engenharia simultânea – antecipar modificações no projeto

Custo de mudança



Quantidade de mudanças



DFx: métodos para adequar o projeto considerando requisitos relevantes

- *Design for Manufacturing*
- *Design for Assembly*
- *Design for the Environment*
- *Design for Disassembly*
- *Design for Reliability*
- *Design for Safety*
- *Design for Serviceability*
- *Design for User-friendliness*



DFMA

Projeto do produto voltado para a manufatura

- Estudar as conseqüências que as **decisões de projeto** irão causar nos **processos de manufatura**
- **Ajustar o projeto** para que seja o mais adequado possível **aos processos de fabricação disponíveis**
- Eliminar características desnecessárias das peças que as tornam difíceis de serem fabricadas → **simplificar**
- Considerar geometrias que utilizem **ferramentas padronizadas** (por exemplo rasgos)

Projetar pensando na produção

Projeto do produto voltado para a montagem

- Estudar as conseqüências que as **decisões de projeto** irão causar nos **processos de montagem**
- Assegurar que a montagem do produto seja realizada de forma fácil e rápida
- Exemplos de ações
 - **Reduzir a quantidade de componentes** – simplificar a estrutura do produto
 - **Reduzir a variedade** de componentes
 - **Assegurar montagem facilitada** (menos operações, menor fadiga do operador, operações mais fáceis)

Projetar pensando na montagem



Concepção do produto

- Melhor oportunidade para a otimização da manufatura – menor quantidade de mudanças
- Ocasão em que se poderá introduzir as alterações para redução de custos de manufatura elevados

Análise de tolerâncias

- Durante o desenvolvimento detalhado (finalização dos desenhos) e na fase de preparação de protótipos, deve-se assegurar que as tolerâncias são realistas e poderão ser obtidas sem maiores esforços com os processos existentes



Desenvolvimento de novo ferramental

- Pode-se reavaliar o projeto para ajustá-lo visando atingir uma economia que não seria possível sem a mudança da forma das peças

- Definição
- Abordagem de aplicação
- Resultados potenciais
- Aplicação nos projetos em desenvolvimento
- Próximos passos no projeto

Emprego de regras de projeto

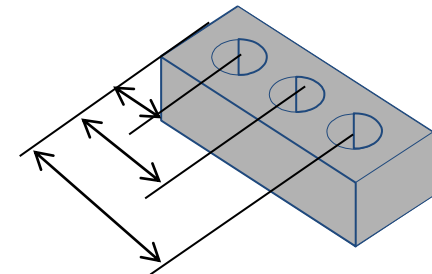
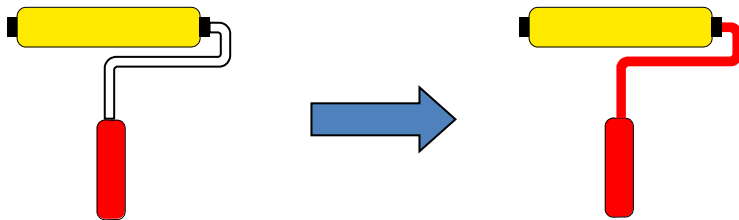
- Orientações para o projetista para uma boa prática de projeto (*check lists* ou *guidelines*)
- Exemplos: reduzir a quantidade de peças, evitar o uso de fixadores avulsos, projetar peças multifuncionais, usar projeto modular etc.

Avaliação quantitativa

- Análise de produtos montados manualmente – planilha e tabelas de estimativas de tempos
- Uso de apoio computacional - software específico

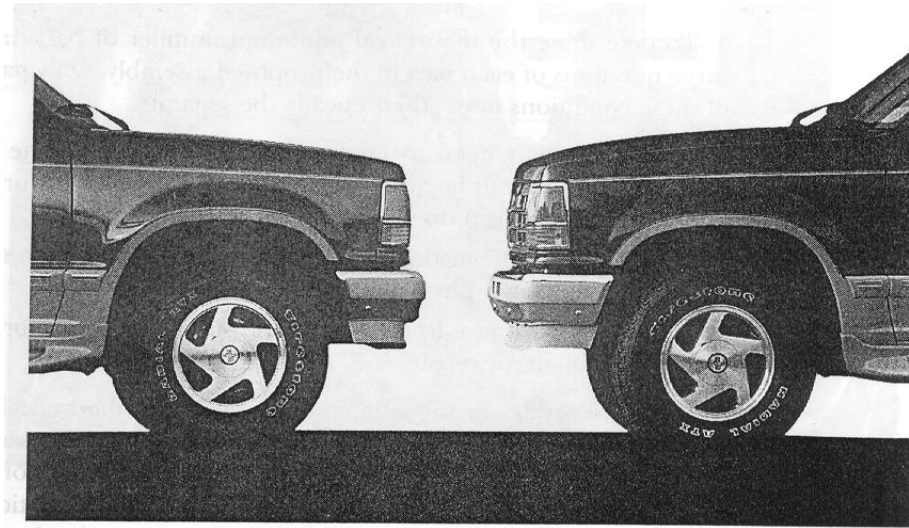
1. Projetar para um número mínimo de peças

- Integrar componentes
 - Componentes integrados não precisam ser montados
 - Componentes integrados têm geralmente menor custo de fabricação comparados com a soma dos custos das peças separadas
 - Fabricação garante relacionamento entre características geométricas críticas



2. Minimizar as variações de peças e componentes

- Utilizar materiais e componentes já existentes
 - Lotes maiores
 - Redução de complexidade na produção



An example of standardization within a model. Wheels of the Ford Explorer are the same on the

3. Projetar as peças para usos múltiplos

4. Desenvolver projeto modular

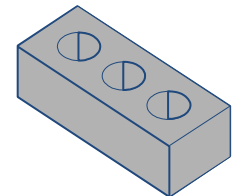
- Promover a facilidade de combinação, separação e recombinação

5. Projetar as peças para fácil fabricação

- Garantir características importantes: ângulos de saída favoráveis, espessuras de paredes adequadas
- Eliminar operações de fabricação

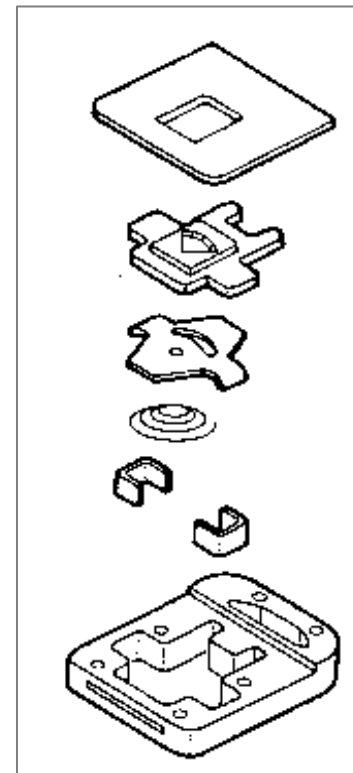
6. Utilizar monobloco quando necessário

- Evitar compartimentação de peças que sejam suporte para mecanismos com funções que requerem precisão de funcionamento



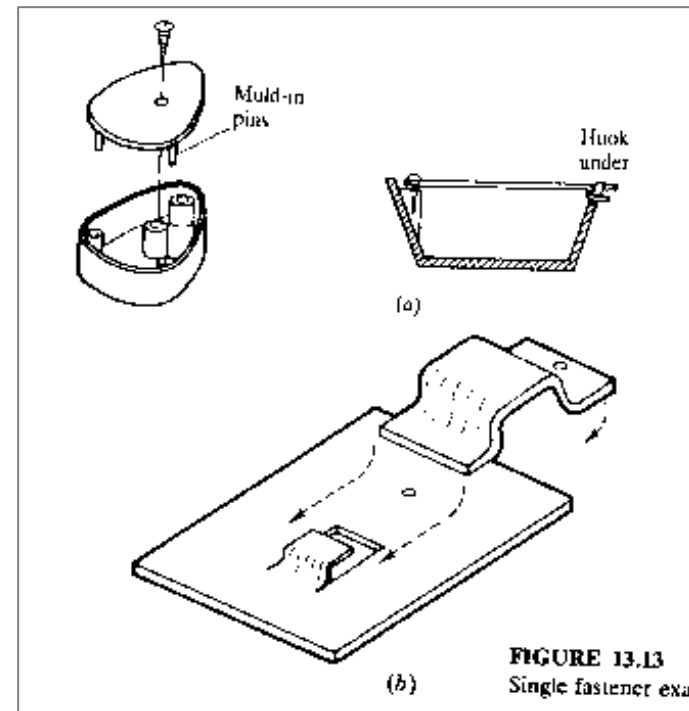
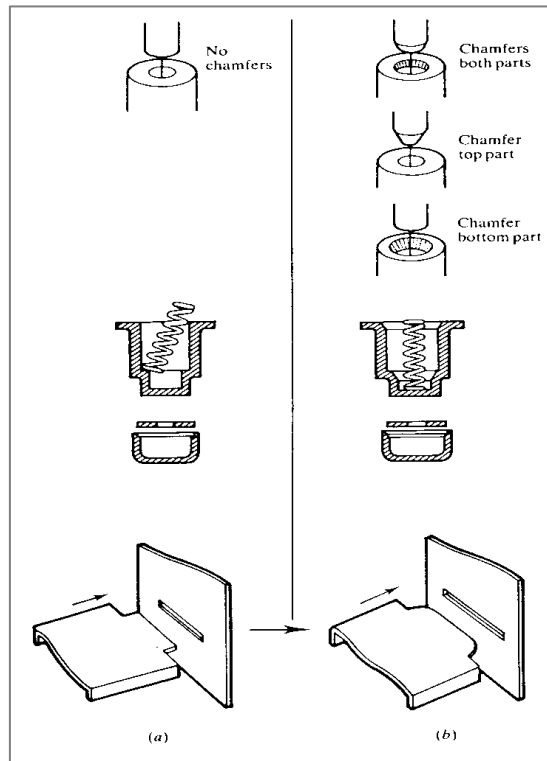
7. Projetar para montagem de baixo para cima

- As primeiras peças serão sempre superpostas pelas seguintes
- A seqüência de montagem não deve permitir enganos
- Evitar reposicionamento da base após início da montagem



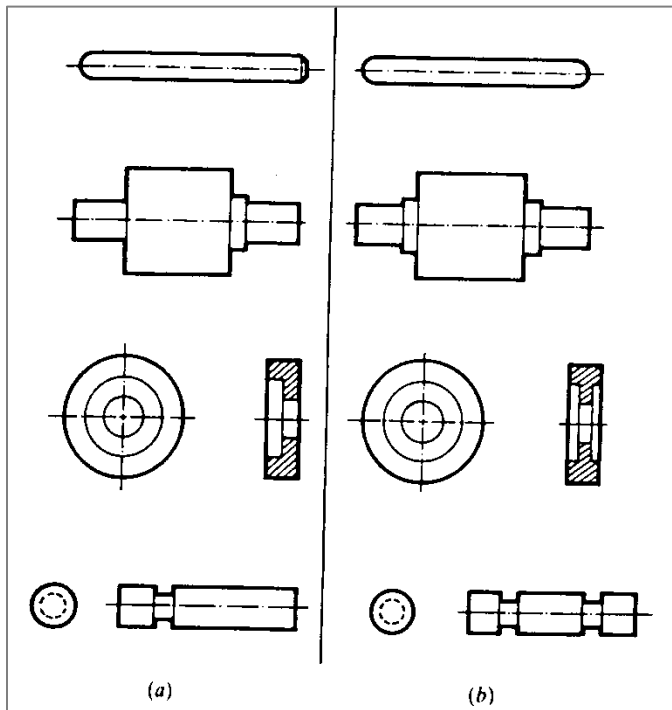
8. Projetar para que as peças se encaixem naturalmente

- Auto-alinhamento
- Pinos de locação e abas de encaixe

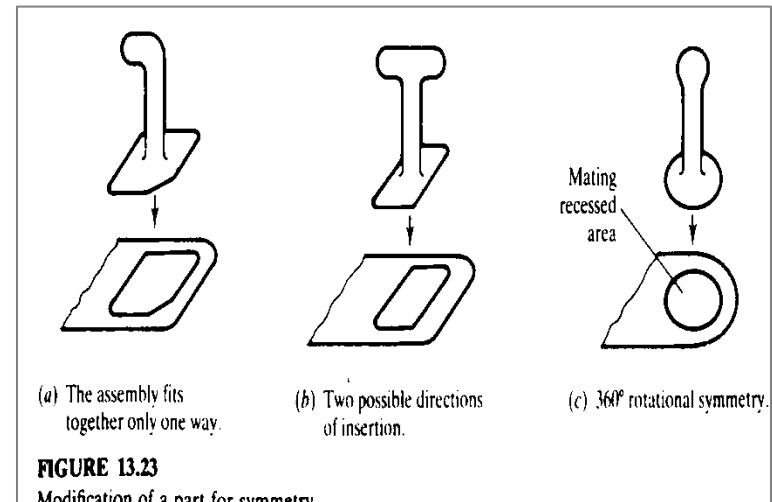


8. Projetar para que as peças se encaixem naturalmente

- Sem orientação para montagem – simétricas



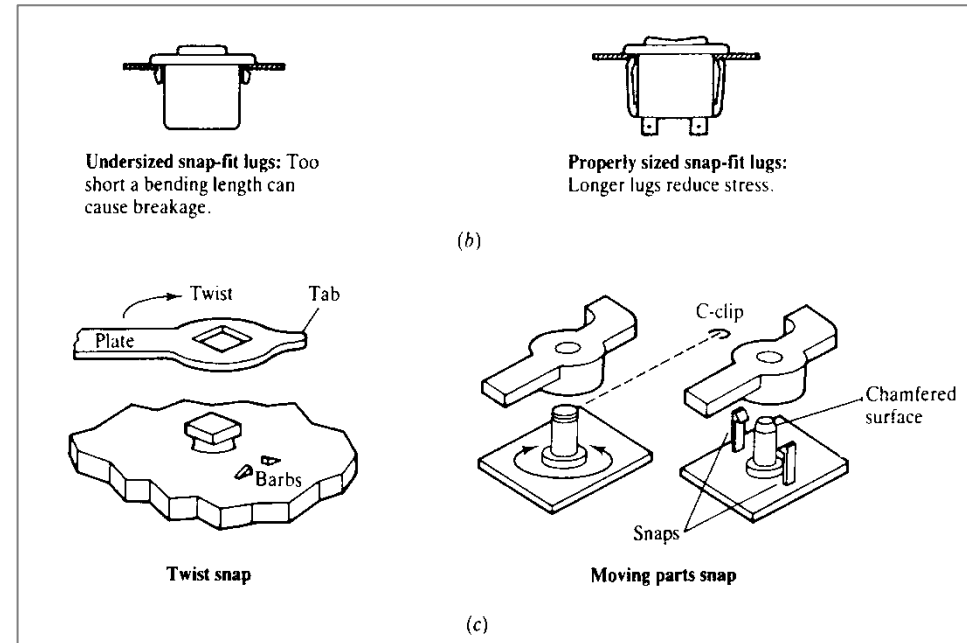
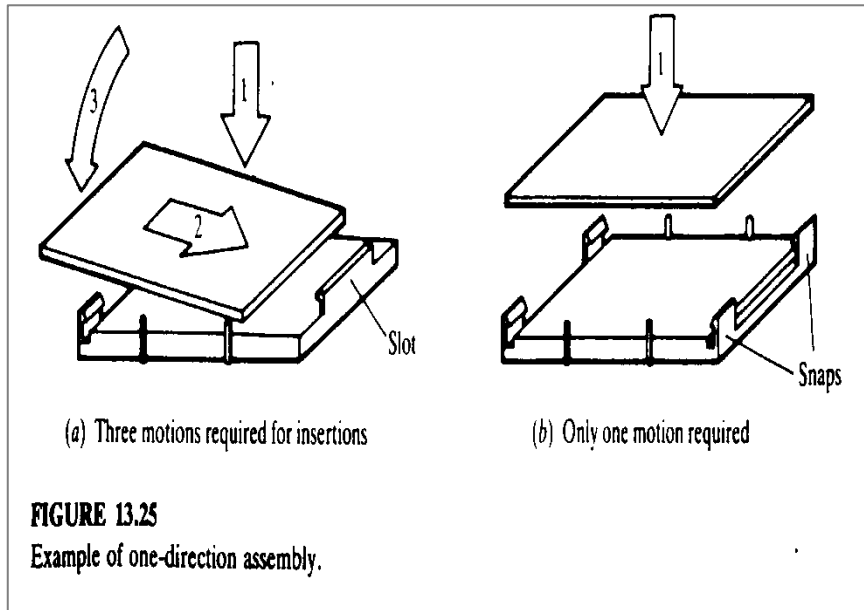
- Orientação para montagem



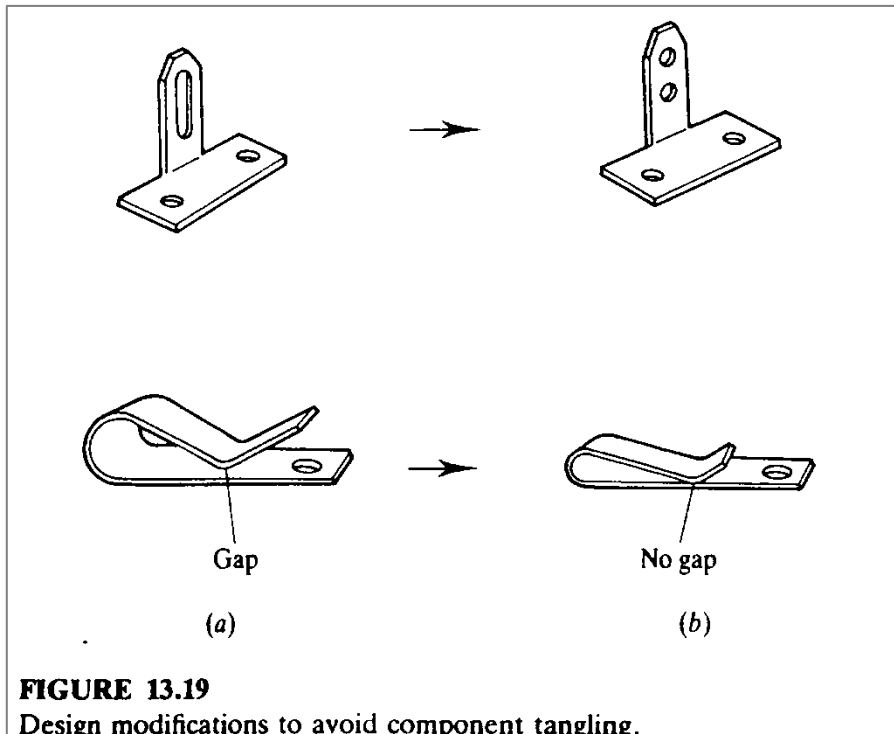
8. Projetar para que as peças se encaixem naturalmente

- Movimento único e linear

- Travamento imediato após inserção/utilização mínima de elementos de fixação



9. Projetar para facilitar o manuseio



10. Eliminar ajustes

- As dimensões especificadas devem ser especificadas, para que as folgas e interferências ocorram sem retrabalho nas peças

11. Promover a montagem com “uma só mão”

12. Evitar utilização de ferramentas

13. Considerar a possibilidade do cliente montar o produto

Emprego de regras de projeto

- Orientações para o projetista para uma boa prática de projeto (*check lists* ou *guidelines*)
- Exemplos: reduzir a quantidade de peças, evitar o uso de fixadores avulsos, projetar peças multifuncionais, usar projeto modular etc.

Avaliação quantitativa

- Análise de produtos montados manualmente – planilha e tabelas de estimativas de tempos
- Uso de apoio computacional - software específico

$$DFA_i = \frac{\text{Número teórico mínimo de peças} \times 3 \text{ (seg)}}{\text{Tempo total estimado de montagem}}$$

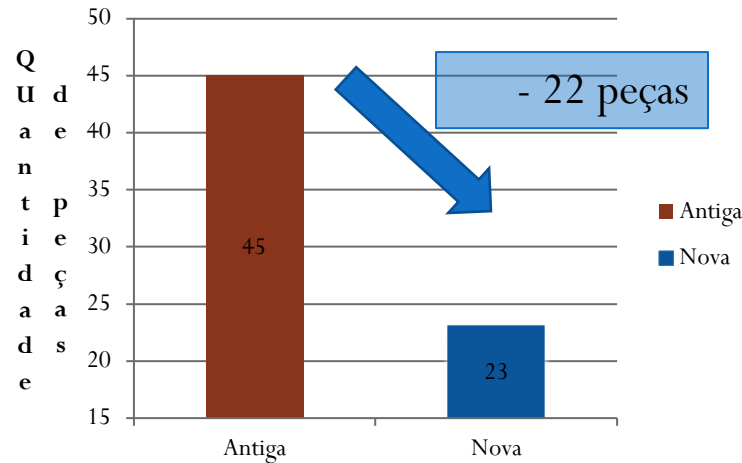
Determinação do número mínimo de peças:

1. Existe necessidade de movimento relativo entre as partes?
2. Existe necessidade de especificação de diferentes materiais por razões físicas/químicas
3. O componente deve ser desmontável para facilitar manutenção?

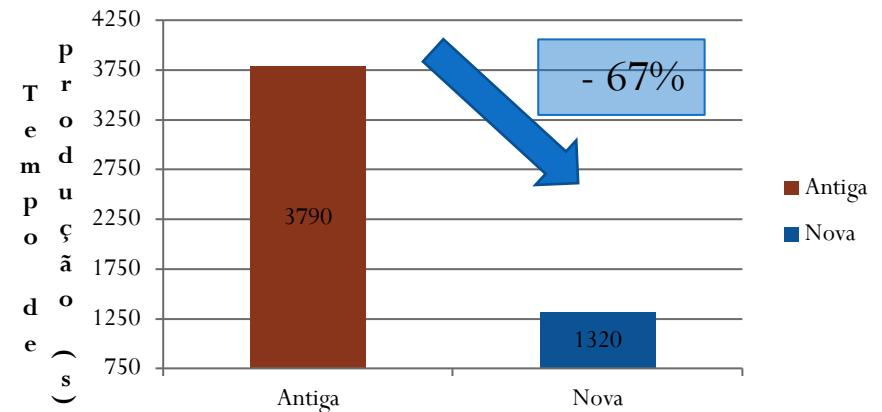
- Definição
- Abordagem de aplicação
- Resultados potenciais
- Aplicação nos projetos em desenvolvimento
- Próximos passos no projeto

Análise Crítica - DFA

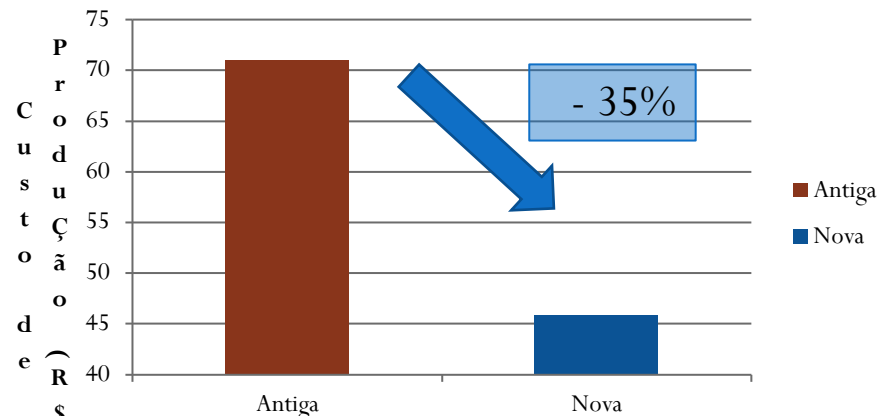
Quantidade de Peças



Tempo de produção



Custo de produção



DFMA

Conceito	Benefício
Integração carcaça aos potes	redução da necessidade de número de peças: de 3 para 1
Reduzir elementos de fixação	tampinha das pilhas: economia de 2 parafusos Facilidade na montagem
Reduzir borrachas de fixação	redução de 4 para 3
Padronização de compartimentos	redução de 4 peças diferentes para 2
Padronização de sensores	redução da necessidade de sistemas diferentes: de 2 para 1
Padronização dos botões	redução na variedade de componentes necessários: de 4 para 1
Projeto modular Pinos e estruturas guias	redução do lead-time em manufatura e montagem redução do lead-time na montagem

- Definição
- Abordagem de aplicação
- Resultados potenciais
- Aplicação nos projetos em desenvolvimento
- Próximos passos no projeto

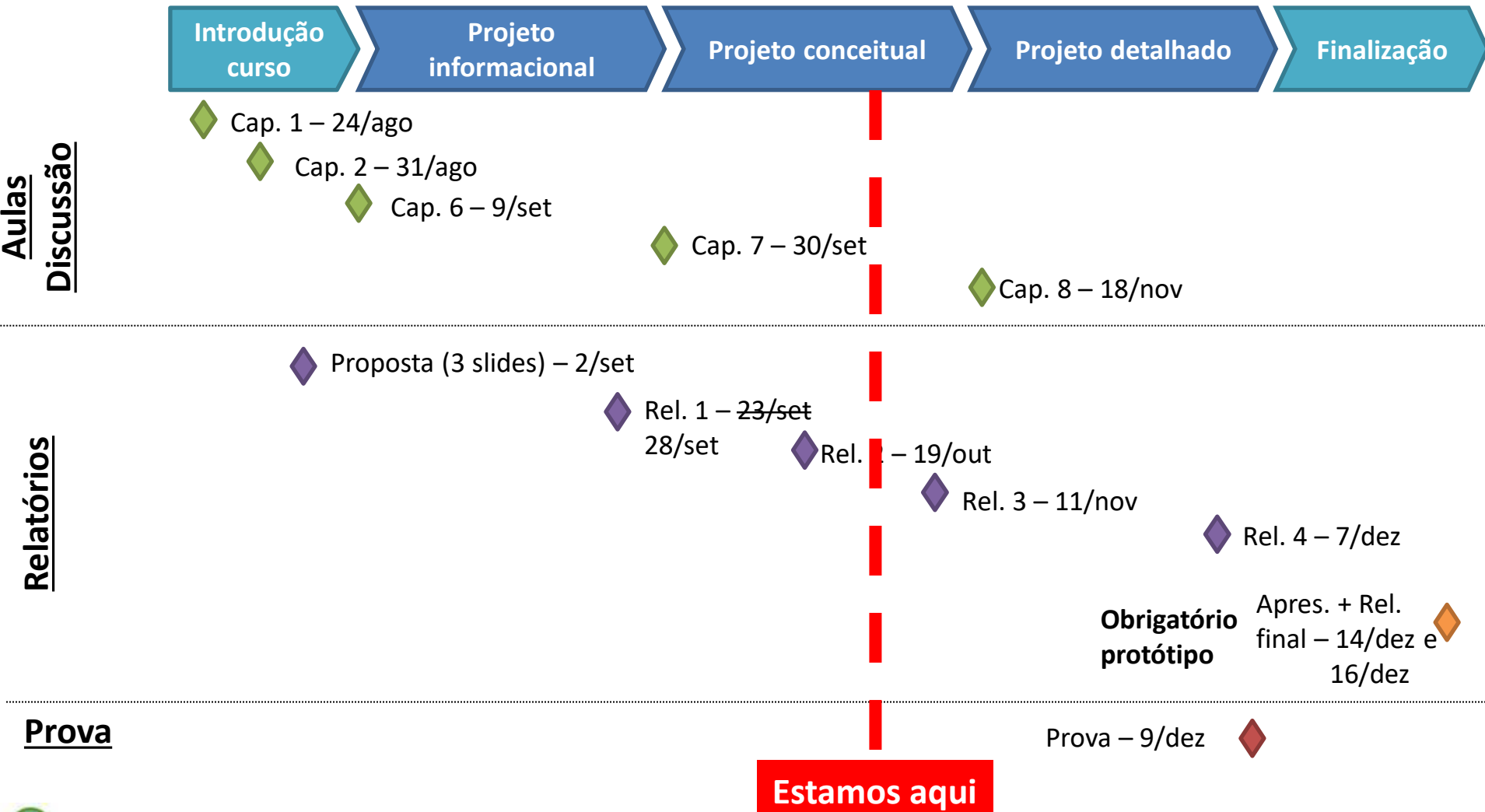
- Os princípios de DFMA devem ser aplicados nos projetos
- Resultado é expresso no desenho e na estrutura de produtos
- Interessante demonstrar o que foi modificado nos projetos após o grupo ter estudado o DFMA

- Definição
- Abordagem de aplicação
- Resultados potenciais
- Aplicação nos projetos em desenvolvimento
- Próximos passos no projeto

Cronograma do curso

Resumos e relatórios

Fases do curso e do desenvolvimento de produtos



Estamos aqui