

## Vantagens do CAD

- Armazenamento do Projeto
- Melhora na Comunicação
- Redução do Trabalho de Desenho
- Produtividade
- Qualidade do Projeto
- Melhora dos Procedimentos de Mudança



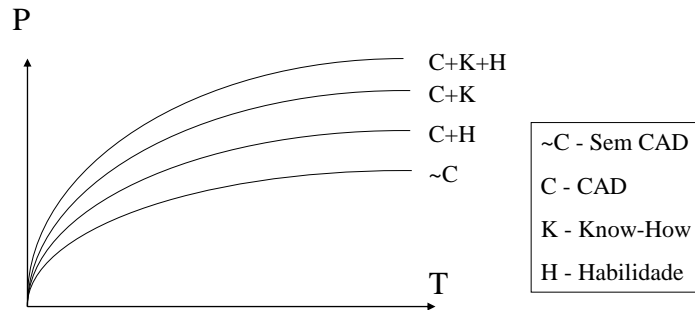
## Vantagens do CAD

- Produtividade (Groover:67, Besant)
  - Aumento de 3:1 a 10:1 na criação de desenhos
    - Depende do desenho, do nível de detalhes, do grau de simetria, do grau de repetibilidade e do uso de entidades repetitivas
  - Criação de Famílias (Parametrizadas) de Peças/Produtos
    - Pode-se, inclusive, incluir informações sobre estoque e/ou outras



## Vantagens do CAD

- Produtividade
  - Curva Aprendizagem/Produtividade



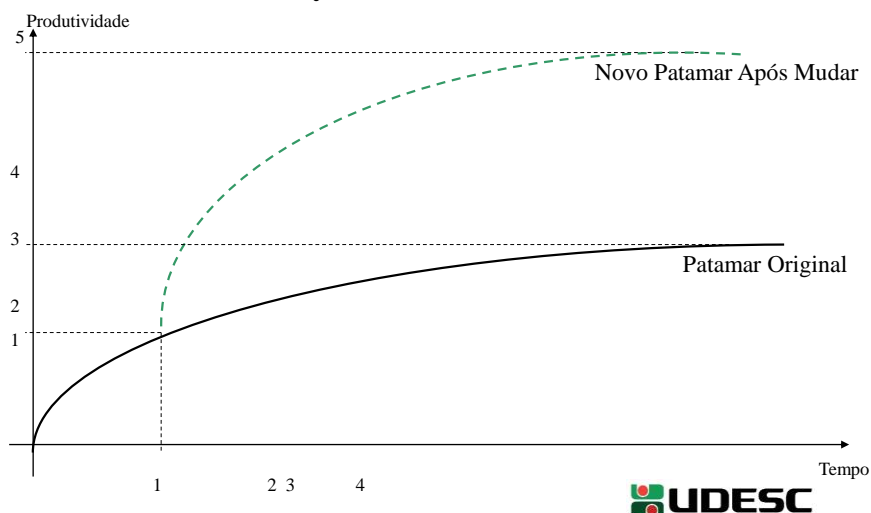
E quando não se parte do “zero”

...quando há a “mudança”



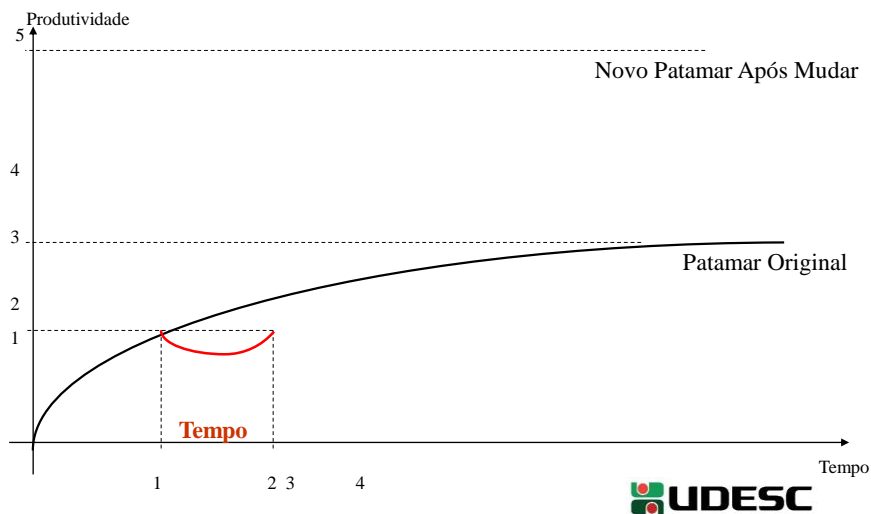
# Curva da Mudança (1)

David's Delay (Economista de Oxford)



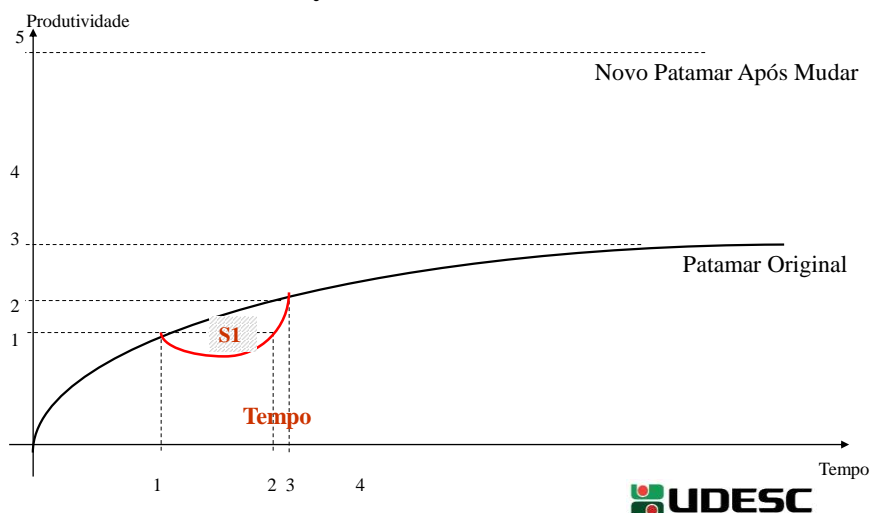
# Curva da Mudança (1)

David's Delay (Economista de Oxford)



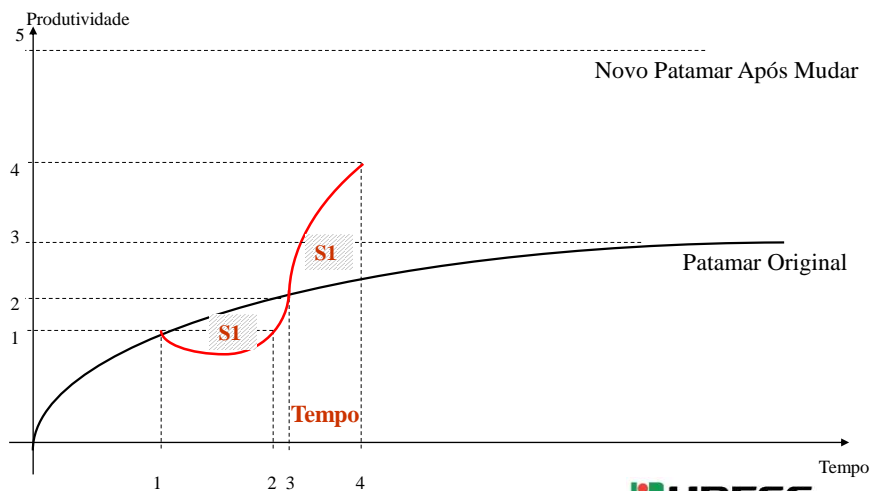
# Curva da Mudança (1)

David's Delay (Economista de Oxford)



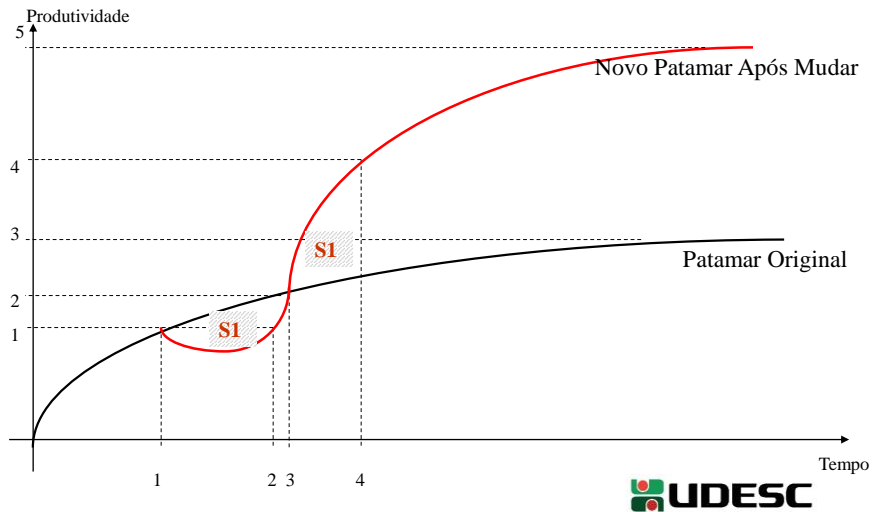
# Curva da Mudança (1)

David's Delay (Economista de Oxford)



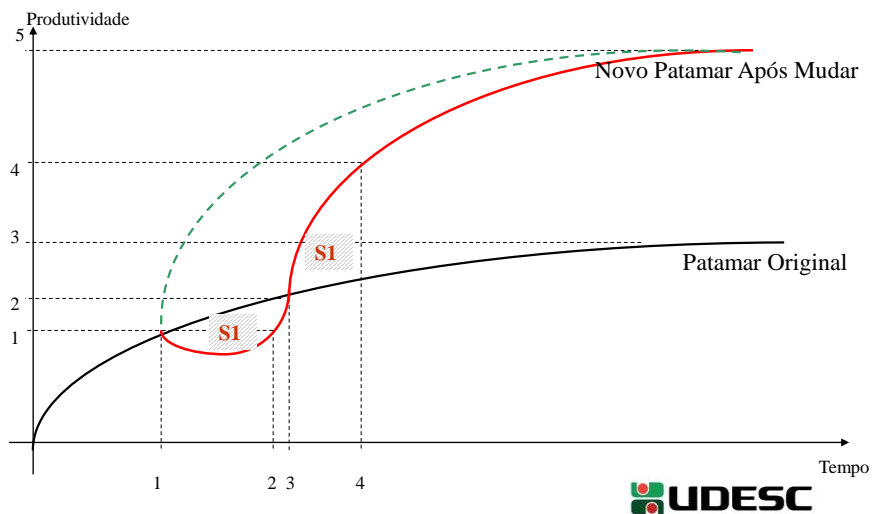
# Curva da Mudança (1)

David's Delay (Economista de Oxford)



# Curva da Mudança (1)

David's Delay (Economista de Oxford)



## Curva da Mudança (2)

David's Delay (Economista de Oxford)

- T1 = momento em que **começa** a mudança
- T2 = momento em que a produtividade após a mudança chega aos patamares **anteriores** (P1)
- T3 = momento em que a produtividade após a mudança, chega aos patamares que **deveria estar** (P2)
- P1 = Produtividade no momento da mudança
- P2 = Produtividade transcorrido algum tempo
- P3 = Produtividade estabilizada, sem mudança
- P4 = Produtividade estabilizada, após mudança
- S1 = Produtividade **perdida** após mudança
- T4 = momento em que já houve a **compensação** da perda de produtividade decorrente da mudança, **daqui em diante o investimento começa a se pagar**  
....



## Curva da Mudança (2)

David's Delay (Economista de Oxford)

- Há um tempo perdido (**atraso**) necessário para que as mudanças tecnológicas passem a ter os benefícios esperados.
- Este atraso é sempre **maior que o esperado** (T2-T3 e T3-T4 são desprezados)
- Este atraso **sempre existirá** (em maior ou menor grau, conforme o planejamento da implantação da mudança)



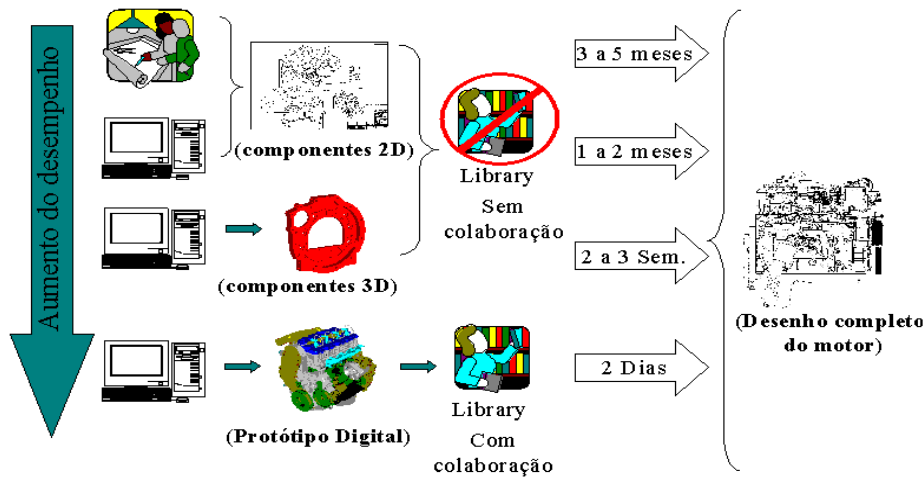
## Vantagens do CAD

- O slide a seguir é baseado nos dados da empresa *International Engines South America Ltda*, empresa que projeta e fabrica motores diesel.
- O estudo de caso foi relativo ao desenvolvimento do motor do carro Ranger 2002 da Ford
- Estes dados foram apresentados em “*Perini, Ferrari e Neves, Congresso SAE 2002*”



## Vantagens do CAD

### Menor Tempo para o Desenho



## Vantagens do CAD

- Qualidade do Projeto
  - Devido à quantidade/organização/precisão das informações
  - Devido à padronização de tarefas
    - de projeto, de entrada, edição, documentação e saída
    - sistematização embutida e imposta no PROCESSO de desenho
  - É, na verdade, muito mais dependente dos conhecimentos e das habilidades dos usuários do que das características do próprio sistema, por mais sofisticado que este seja



## Vantagens do CAD

- Qualidade do Projeto
  - Desenhos mais inteligíveis
    - uso de projeções (orto, iso, persp), hidden-line (escondimento de linhas), melhores apresentações com o uso de shading (colorização), rendering (realismo) e animações.
  - Menos Erros
    - consistência no projeto (do desenho e da BOM)
    - descoberta precoce (algumas tarefas são validadas pelo CAD)
    - devido à segmentação/organização (camadas, arquivos)
    - recursos como UNDO, BACKUP's
  - Precisão
    - em medições, simulações e cálculos, que praticamente são impossíveis no desenho manual





## Vantagens do CAD

- Qualidade do Projeto
  - Qualidade advém também do aumento do número de alternativas durante o projeto
  - Na prática, entretanto, o tempo extra ganho não é dedicado ao aprimoramento de cada projeto através da escolha de alternativas mas sim, na execução de um maior número de projetos diferentes. (Filho97:47)



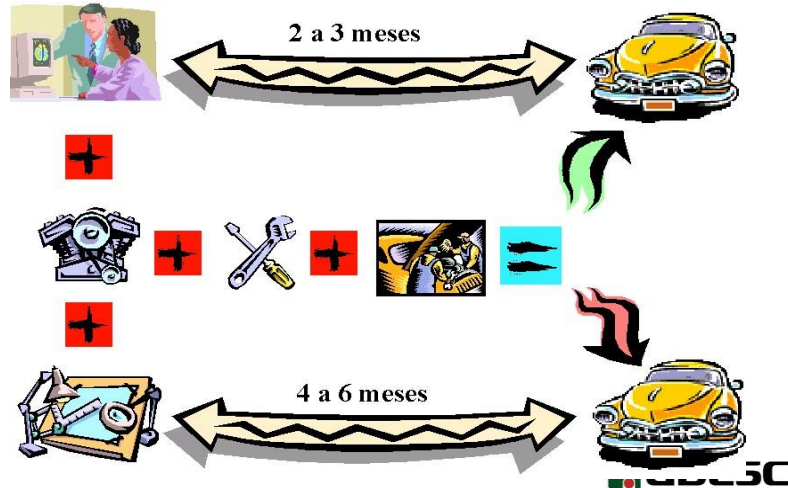
## Vantagens do CAD (Filho97:56)

- Qualidade do Projeto
  - Muitas vezes a qualidade se mostra limitada e por demais genérica (não mensurável). Isto ocorre inclusive devido a uma maior carga de trabalho imposta aos usuários de CAD e um notório desconhecimento das formas de utilização e possibilidades oferecidas pelo sistema (S. K. Bhavnani, HCI Institute, Carnegie Mellon University)
  - Exige-se mais quantidade de projetos do que qualidade



## Vantagens do CAD

Menor Tempo para o Projeto Todo (Perini2002)



## Desvantagens do CAD

- Tempo perdido (down-time)
  - devido a falhas nos equipamentos (física e/ou virus), principalmente em empresas com poucas estações e mais ainda naquelas que tem poucos “periféricos” (!)
  - falta de conhecimento do software traz consequências prejudiciais
  - Requer habilidade manual e conhecimento
- Ergonomia
  - Desvantagem diretamente relacionada à saúde e às condições de trabalho do usuário
  - Fadiga ótica, estresse, posturas
    - Expectativa de produção é maior levando a um maior desgaste
  - Aumento do trabalho cognitivo
    - carga mental -> fadiga mental
    - mudanças de procedimentos e versões exigem usuários em constante aprendizado

## Desvantagens do CAD

- Alta resistência à implantação inicial
  - Profissionais experientes “disputam” com os sistemas CAD (conhecimento)
  - Profissionais experientes se frustram perante os “desenhistas mais novos” que aprendem mais rápido e facilmente (aculturação)
  - Mudança de ambiente, métodos, bibliotecas.
- Treinamento na Multibrás (Atual Whilpool) (aculturação + conhecimento) Investimento necessário para bom retorno
  - Básico 40 horas + 3 meses uso
  - Desenho 24 horas + 6 meses de uso
  - Avançado 40 horas + 6 meses de uso
  - Módulo específico 24 horas
  - (Total +/- 18 meses)



## Desvantagens do CAD

- Carência de profissionais qualificados (Filho97:25)
  - Treinamento especializado e ausentes nas escolas tradicionais
  - Ou sabe mas é outro CAD e não o que é usado na sua empresa
  - As habilidades requerida para o trabalho em CAD são bem diferentes das relacionadas ao desenho manual (os conhecimentos de projeto e visão espacial passam a ser *desejados e não requeridos*) (Lirani)



## Desvantagens do CAD

- Investimento inicial alto
  - Tanto para equipamentos quanto para treinamento
  - Também tem os custos associados à reestruturação da empresa, que nem sempre é fácil de calcular e até esquecidos
- Rápido desenvolvimento da tecnologia CAD
  - apesar das dificuldades de desenvolvimento da tecnologia internamente
  - “Quando o número de WS são contados em centenas ou milhares, novos releases significam altos investimentos”
  - “1985 a GM tinha 26 sistemas/versões; em 1994 tinha reduzido para 3 e para UM em 1996” (Colin Mathews, CAD/CAM Online, Set/2000)
- Dificuldade para a perfeita avaliação dos benefícios de CAD

