



## Introdução a Linhas de Produtos de Software

Sérgio Soares  
scbs@cin.ufpe.br

## Objetivos

- Introduzir os principais conceitos de Linhas de Produtos de Software
- Apresentar exemplos de Linhas de Produtos de Software
- Discutir um modelo de variabilidade

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software 2

## Introdução à Linhas de Produtos de Software

## Motivação

- Produtos desenvolvidos **manualmente** para clientes individuais
  - atendimento as necessidades do cliente
- Produtos desenvolvidos em **massa**
  - + menor custo
  - menor diversificação
  - linha de produção de carros (Ford)
    - maior velocidade na produção de um carro

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software 4

## Motivação (software)

- Produtos desenvolvidos **manualmente** para clientes individuais
  - Software **contratado**
    - alto custo
- Produtos desenvolvidos em **massa**
  - Software de **prateleira**
    - pouca diversificação

Como customizar um produto/software a necessidades específicas de um cliente?

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software 5

## Customização em massa

- Fabricar carros em massa
  - diferentes necessidades
    - tamanho
    - cor
    - terreno
    - opcionais ...
- Produção em larga escala de bens moldados à necessidade do cliente

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software 6

## Pré-requisito para customização em massa

- Definição de uma **plataforma**
  - partes que podem ser usadas em diferentes carros
    - chassis, suspensão, motor, transmissão
- Criar um novo carro do zero ou a partir de uma plataforma já existente?
  - aumento de 35% nas vendas de carros baseados em plataformas
  - aumento de 7% nas vendas de carros desenvolvidos do zero

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

7

## Outros exemplos de uso de plataformas

- Câmeras fotográficas (Kodak vs. Fuji)
  - De 1989 a 1990 a Kodak criou diferentes modelos de máquinas que utilizavam componentes e forma de produção em comum
- Post-It (3M)
  - Vários produtos criados a partir do original

**Plataforma** é qualquer base de tecnologia sobre a qual outras tecnologias ou processos são construídos

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

8

## Customização em massa e desenvolvimento baseado em plataforma

- Uso de plataformas
    - mesmo motor em diferentes carros
    - mesma suspensão em diferentes carros
    - mesma transmissão em diferentes carros
  - Com customização em massa
    - diferentes tipos de motor
    - diferentes tipos de suspensão
    - diferentes tipos de transmissão
- todos aplicáveis a diferentes carros

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

9

## Definindo uma plataforma

- Comportar os diferentes produtos desejados
  - partes comuns
  - partes variáveis (diferentes)
  - flexibilidade é a chave
    - acompanha restrições
      - motores mais potentes necessitam de transmissões mais fortes
      - chassis mais pesado necessita de suspensão mais resistente
    - definição das possíveis combinações

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

10

## Primeiros conceitos chaves

- **Variabilidade**
  - flexibilidade da plataforma
- **Família (Linha) de produtos**
  - diferentes produtos que compartilham uma plataforma

Um dos **objetivo** de uma Linha de Produtos é provê produtos **customizados** a um preço **razoável**

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

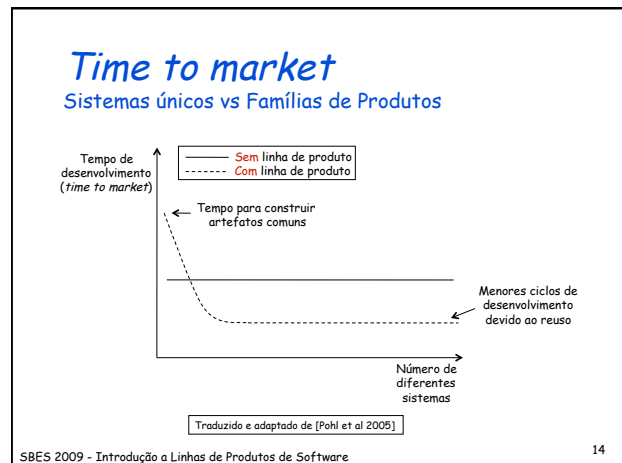
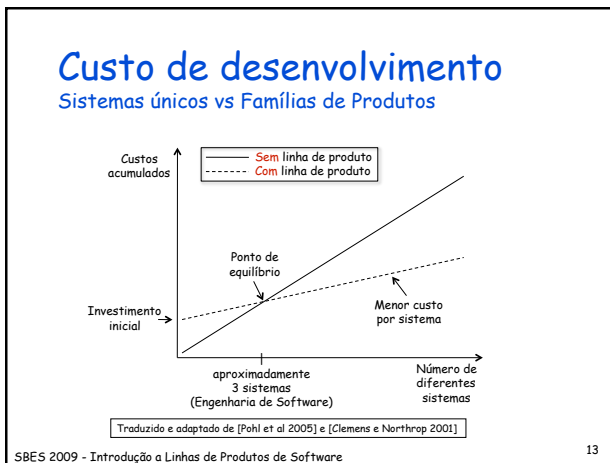
11

## Qual o menor custo?

- Desenvolver uma plataforma e seus componentes reusáveis
  - há um custo fixo inicial independente do número dos **diferentes** produtos gerados
  - poucos produtos = alto custo por produto
    - quanto maior o número de **diferentes** produtos mais diluído o investimento inicial
- Desenvolver produtos únicos
  - pode valer à pena se a quantidade de produtos **diferentes** for pequena

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

12



- ### Motivações adicionais (1)
- Aumento da qualidade
    - revisão e testes dos artefatos para vários produtos
      - maiores chances de detecção e correção de erros
  - Redução do custo de manutenção
    - mudanças nos artefatos são propagadas para vários produtos
    - baixo custo de aprendizado entre diferentes produtos
- SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software 15

- ### Motivações adicionais (2)
- Evolução organizada
    - novos artefatos geram oportunidade de evolução para vários produtos
  - Menor complexidade
    - reuso de código diminui a quantidade de código a ser mantido
    - separação de funcionalidades em artefatos (*separation of concerns*)
      - artefatos = módulos de funcionalidade
- SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software 16

- ### Motivações adicionais (3)
- Melhor estimativa de custo/menor risco
    - extensões na plataforma para adaptar um novo produto (*e não criar do zero*)
  - Benefícios para os clientes
    - mudanças entre produtos mais fácil
      - interfaces similares
      - upgrade de funcionalidades
    - melhor qualidade por menores preços
      - diluição de custos entre vários produtos!
      - produtos customizados a sua necessidade
- SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software 17

### O que é uma linha de produtos de software?

Conjunto de sistemas compartilhando um conjunto comum e gerenciado de funcionalidades (*features*) que satisfazem necessidades específicas de um segmento, e desenvolvidos a partir de um conjunto comum de artefatos base e de uma forma determinada. [Clemens e Northrop 2001]

Conjunto de aplicações desenvolvidas utilizando plataformas e customização em massa. [Pohl et al 2005]

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software 18

## Tecnologias que habilitam LPS

- Orientação a Objetos
  - encapsulamento, ocultação de informação
- Desenvolvimento baseado em componentes
  - baixo acoplamento, desenvolvimento, compilação, ligação e carregamento em separado
- Técnicas de ligação
  - ligação tardia (em tempo de instalação ou de execução)

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

19

## E a orientação a aspectos?

- Tudo o que a orientação a objetos tem mais:
  - módulos com menor acoplamento
    - aspectos são estruturas plug-and-play
  - ligação automática em tempo de
    - compilação
    - carregamento
    - execução

DSOA parece promissor para o desenvolvimento de LPS

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

20

## Além de tecnologia...

- ... é fundamental o uso de
  - processos de desenvolvimento bem estruturados
    - com disciplinas de desenvolvimento adequadas
      - engenharia de requisitos
      - análise e projeto
      - implementação
      - testes
    - técnicas de abstração (modelagem)
      - lidam com a complexidade

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

21

## Domínio da aplicação

- *Experts* no domínio
  - fundamental para identificar as *comunalidades* e as variabilidades
  - escolhas erradas são custosas
    - variabilidades além ou aquém do necessário
- Estabilidade do domínio
  - quão dinâmico é o domínio?
  - quão bem entendido está o domínio?
  - fator de decisão para investir ou não na criação de uma LPS

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

22

## O que Linhas de Produtos de Software não são (1)

- Reuso de baixa granularidade
  - pequenos pedaços de programa em uma **biblioteca**
    - algoritmos, classes, componentes, módulos
  - **grande** dificuldade em identificar algo necessário e integrar a aplicação
  - o reuso é uma atividade **oportuna**
- Em linhas de produtos
  - reuso **planejado, viável, lucrativo** e em **grande escala** (e não apenas software)

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

23

## O que Linhas de Produtos de Software não são (2)

- Desenvolvimento de sistema único com reuso
  - sistema muito parecido com um anterior
  - reusa o que pode e modifica/adapta
  - "clone and own"
  - dois sistemas diferentes a serem mantidos
- Em linhas de produtos
  - aplicações (produtos) feitos sobre uma **única base** a ser mantida

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

24

### O que Linhas de Produtos de Software não são (3)

- Apenas desenvolvimento baseado em componentes
  - aplicação formada por componentes de uma biblioteca
- Em linhas de produtos
  - componentes **específicos** para a linha
  - **composição** planejada e facilitada
    - mecanismos de variabilidade
    - arquitetura

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

25

### O que Linhas de Produtos de Software não são (4)

- Apenas uma arquitetura reconfigurável
  - aplicações podem/devem reusar estruturas arquiteturais
    - diminuição de custos
- Em linhas de produtos
  - arquitetura
    - definida para suportar variabilidade
    - é um artefato (muito importante) da linha

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

26

### O que Linhas de Produtos de Software não são (5)

- *Releases* e versões de produtos únicos
  - usam a mesma arquitetura, documentação, componentes, planos de testes e outros
  - *releases* ou versões anteriores não são mantidas
- Em linhas de produtos
  - vários produtos simultâneos
    - com releases e versões próprias
    - evolução de um produto considera toda a linha
  - versões anteriores de um produto podem ser instâncias válidas da linha

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

27

Então o que são linhas de produtos?

Vejamos alguns exemplos...

### Boeing

Exemplos reais de LPS

- OPF - Operational Flight Program
  - distribuído, tempo real, embarcado
  - controle de instrumentos e funcionalidades do cockpit de aviões
- Desafio na definição da plataforma
  - diferentes subsistemas, instrumentos, requisitos, hardware de computação

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

29

### Boeing

Exemplos reais de LPS

- Plataforma
  - hardware, software, padronização e práticas
- Experiência
  - redução de dependência entre componentes
  - independência do hardware usando camadas
  - uso com sucesso em diferentes aeronaves e configurações de hardware

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

30

## HP (Hewlett-Packard)

Exemplos reais de LPS

- Firmware
  - impressoras, scanners, copiadoras, fax
- Plataforma
  - times de produtos formam uma comunidade em forma de cooperativa
    - o que desenvolvem são de sua propriedade/responsabilidade
  - time reduzido de plataforma assegura a robustez e guia os times de produto no uso dos componentes comuns

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

31

## HP (Hewlett-Packard)

Exemplos reais de LPS

- Novos produtos
  - 70% - reuso
  - 20% - mudanças em componentes existentes
  - 10% - novos componentes
  - 1/4 da equipe necessária
  - 1/3 do tempo necessário
  - 96% menos defeitos

em comparação com produtos desenvolvidos antes do uso de LPS

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

32

## Outras grandes empresas

- LG
  - controle de elevadores
- Lucent
  - controle de chaveamento telefônico
- Philips
  - componentes presentes em vários tipos de aparelhos eletrônicos
- Bosch
  - assistência de direção
- Siemens
  - controle de radiologia

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

33

## Exercício

- Pense em um exemplo de projeto de software que possa ser uma linha de produtos.
- Quais seriam os produtos gerados por essa linha?

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

34

## Mas como desenvolver uma Linha de Produtos de Software?

- Estratégia Proativa
  - projetar e criar uma linha do zero
- Estratégia Extrativa
  - projetar e criar a linha a partir de um ou mais produtos (refatoração)
- Estratégia Reativa
  - evoluir uma linha de produtos

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

35

## Um framework para o desenvolvimento de Linhas de Produtos de Software

Estratégia Proativa

[Pohl et al 2005]

## Reverendo conceitos

- Plataforma
  - conjunto de artefatos reusáveis
    - modelos de requisito e arquitetura, componentes, testes, etc.
- Customização em massa
  - satisfazer requisitos de diferentes *stakeholders*
    - variabilidade

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

37

## Processos para o desenvolvimento de LPS

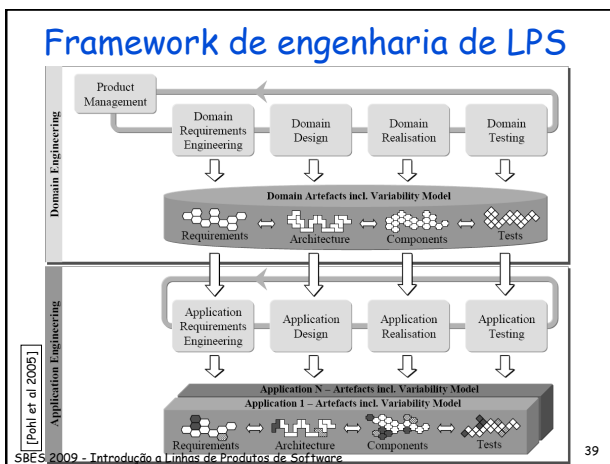
- Engenharia de Domínio
  - estabelece a plataforma, define e implementa as comunalidades e variabilidades
- Engenharia de Aplicação
  - constrói as aplicações da linha a partir da plataforma definida (reuso de artefatos)
  - compõe comunalidades e variabilidades de acordo com os requisitos da aplicação

Lembram da HP? Times para a plataforma e os produtos

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

38

## Framework de engenharia de LPS



SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

39

## Sobre o framework

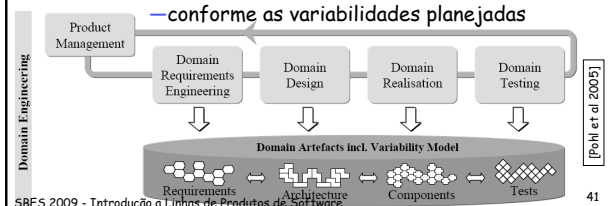
- É um framework
  - pode ser combinado com outros métodos/processos (RUP, XP, espiral, ...)
- Os sub-processos não têm de ser executados sequencialmente
  - desenvolvimento de software é iterativo

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

40

## Engenharia de Domínio

- Objetivos principais
  - definir comunalidades e variabilidades
  - definir o escopo da linha de produtos
    - conjunto de aplicações suportadas
  - definir e construir artefatos reusáveis
    - conforme as variabilidades planejadas



SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

41

## Gerenciamento de produto

*Product Management*

- Aspectos econômicos, estratégia de mercado
  - definição do escopo da linha de produto
- Entrada: objetivos da empresa/cliente
- Saída: planejamento de produtos
  - *features* comuns e variáveis dos produtos e cronograma de entrega dos mesmos
  - lista de produtos ou artefatos existentes que possam ser reusados para definir a plataforma

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

42

## Gerenciamento de produto

### *Product Management*

- Diferenças do desenvolvimento de um **único** produto
  - plataforma com um significado estratégico
  - foco no desenvolvimento de **vários** produtos a um custo razoável
  - produtos fortemente relacionados
    - plataforma comum

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

43

## Engenharia de Requisitos de Domínio

### *Domain Requirements Engineering*

- Elicitação e documentação dos requisitos
  - comuns e variáveis
- Entrada: planejamento de produtos
- Saída: modelo de variabilidade
  - requisitos textuais e em modelos
    - reusáveis (para o conjunto de produtos da linha)
    - não** uma especificação de requisitos para uma aplicação específica

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

44

## Engenharia de Requisitos de Domínio

### *Domain Requirements Engineering*

- Diferenças do desenvolvimento de um **único** produto
  - **identificação** de requisitos comuns para todas aplicações e dos específicos para uma aplicação em particular
  - possíveis escolhas documentadas no modelo de **variabilidade**

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

45

## Projeto de Domínio

### *Domain Design*

- Atividades para definição da arquitetura de referência
  - estruturas de alto nível comuns para os produtos da linha
- Entrada: requisitos e variabilidades
- Saída: arquitetura e modelo de variabilidade refinado
  - variabilidades internas (questões técnicas)

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

46

## Projeto de Domínio

### *Domain Design*

- Diferenças do desenvolvimento de um **único** produto
  - mecanismos de configuração
  - flexibilidade (produtos futuros)
  - regras de desenvolvimento comuns entre várias aplicações
  - definição das partes reusáveis e das partes específicas das aplicações

Afetam ou são afetados pela **arquitetura de referência**

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

47

## Realização de Domínio

### *Domain Realisation*

- Projeto detalhado e implementação de componentes reusáveis
- Entrada:
  - arquitetura de referência e lista de artefatos de software reusáveis
- Saída:
  - projeto detalhado e componentes reusáveis implementados

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

48

## Realização de Domínio

### Domain Realisation

- Diferenças do desenvolvimento de um **único** produto
  - componentes configuráveis e fracamente acoplados, não um programa executável
  - componentes planejados, projetados e implementados para reuso em diferentes contextos (produtos da linha)
  - mecanismos de configuração para compor as variabilidades

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

49

## Testes de Domínio

### Domain Testing

- Validação e verificação de componentes reusáveis, produção de componentes de teste reusáveis
- Entrada:
  - requisitos do domínio, arquitetura de referência e componentes reusáveis
- Saída:
  - resultados dos testes e componentes de testes reusáveis

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

50

## Testes de Domínio

### Domain Testing

- Diferenças do desenvolvimento de um **único** produto
  - não há aplicação executável a ser testada
  - testes de partes montadas a partir de variabilidades
    - várias possíveis combinações
  - definição de artefatos de testes a serem aplicados nos testes de aplicação

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

51

## Assegurando qualidade

- Além de testes
  - inspeções
  - revisões
  - *walkthroughs*
- Carência de propostas especializadas para linhas de produtos
  - têm de ser adaptados de desenvolvimento único

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

52

## Artefatos de Domínio

- Planejamento de produto (*product roadmap*)
- Modelo de variabilidade do domínio
- Requisitos do domínio
- Arquitetura do domínio
- Artefatos de realização do domínio
- Artefatos de teste do domínio

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

53

## Planejamento de produto

### Product roadmap

- Todas as funcionalidades (features) de todas as aplicações
  - classificadas em funcionalidades comuns e variáveis
- Cronograma para introdução no mercado
  - o cronograma pode ser extenso
  - planejamento estratégico
- Evolução durante o ciclo de vida da linha (evoluções do mercado)

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

54

## Planejamento de produto

### Product roadmap

- Template (simples)
  1. Introdução sobre a linha de produtos
    - introdução geral
  2. Funcionalidades comuns da linha
    - listagem com explicação das funcionalidades
  3. Funcionalidades variáveis da linha
    - listagem com explicação das funcionalidades
  4. Cronograma
    - em meses ou anos (alguns produtos podem ser lançados muito tempo depois do primeiro)

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

55

## Exercício 2

- Crie uma primeira versão do product roadmap da linha de produtos definida no Exercício 1
  - considere pelo menos 5 (cinco) produtos com funcionalidades comuns e variáveis, de modo a justificar uma linha de produtos

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

56

## Engenharia da Aplicação

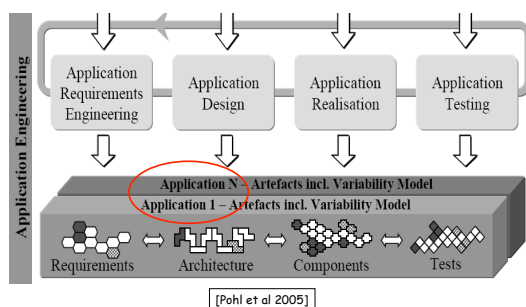
## Engenharia da Aplicação

- Objetivos principais ao definir e desenvolver uma aplicação (produto)
  - atingir o máximo de **reuso** dos artefatos de domínio
  - explorar a **comunalidade** e **variabilidade** da linha
  - documentar os artefatos de aplicação e relacioná-los com os de domínio
  - **compor** as variabilidades de acordo com as necessidades das aplicações
  - estimar o impacto das diferenças entre requisitos de domínio e aplicação sobre arquitetura, componentes e testes

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

58

## Engenharia da Aplicação



SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

59

## Engenharia de Requisitos da Aplicação

### Application Requirements Engineering

- Especificação de requisitos de uma aplicação (produto) da linha
  - reuso de artefatos de domínio
- Entrada:
  - planejamento de produtos
  - requisitos de domínio
- Saída:
  - especificação de requisitos para uma aplicação específica

Cliente pode requerer novos requisitos específicos de uma aplicação (customização)

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

60

## Engenharia de Requisitos da Aplicação

### *Application Requirements Engineering*

- Diferenças do desenvolvimento de um **único** produto
  - maioria dos requisitos já identificada a partir dos requisitos do domínio
    - comunalidades e variabilidades da linha
    - praticamente não há elicitação
  - **eventuais** deltas entre requisitos de domínio e aplicação
    - documentar** e avaliar o esforço de adaptação

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

61

## Projeto da Aplicação

### *Application Design*

- Criação da arquitetura da aplicação
  - instanciação da arquitetura de referência (configuração e adaptação)
- Entrada:
  - especificação de requisitos e arquitetura de referência
- Saída:
  - arquitetura da aplicação

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

62

## Projeto da Aplicação

### *Application Design*

- Diferenças do desenvolvimento de um **único** produto
  - não define a arquitetura do zero
    - escolhas específicas nos pontos de variação
    - eventuais adaptações
  - o projeto se restringe a regras/decisões definidas na arquitetura de referência
  - avaliar eventuais adaptações e rejeitá-las dependendo do esforço necessário

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

63

## Realização da Aplicação

### *Application Realisation*

- Seleção e configuração de componentes reusáveis
- Implementação de software específico da aplicação
- Entrada:
  - arquitetura e componentes reusáveis
- Saída:
  - aplicação executável e projeto detalhado

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

64

## Realização da Aplicação

### *Application Realisation*

- Diferenças do desenvolvimento de um **único** produto
  - vários componentes, interfaces e outros recursos de software não são criados, mas configurados a partir da plataforma
  - implementações devem seguir as interfaces reusáveis
    - componentes da aplicação implementados como variações de componentes da plataforma

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

65

## Testes da Aplicação

### *Application Testing*

- Validação e verificação da aplicação
- Entrada:
  - documentos e modelos utilizados como referência para verificar os testes
  - a aplicação e artefatos de teste reusáveis
- Saída:
  - relatório de testes com o resultado dos testes
    - documentação de defeitos

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

66

## Testes da Aplicação

### Application Testing

- Diferenças do desenvolvimento de um **único** produto
  - vários artefatos de teste não são criados, mas derivados da plataforma
  - testes para checar defeitos de configuração
    - variações corretamente selecionadas/compostas
  - cobertura de testes
    - considerar partes reusadas (comuns e variáveis) e partes especificamente implementadas para a aplicação

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

67

## Artefatos da Aplicação

- Modelo de variabilidade da aplicação
- Requisitos da aplicação
- Arquitetura da aplicação
- Artefatos de realização da aplicação
- Artefatos de teste da aplicação

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

68

## Variabilidade em linhas de produtos de software

## Variabilidade

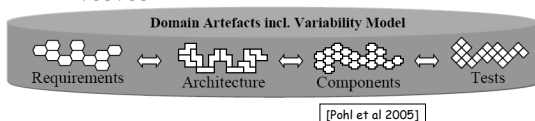
- Habilidade ou tendência a mudar
- Em LPS tais mudanças são propositais (conscientes) e não eventuais
  - aplicação com suporte a diferentes
    - línguas
    - aparelhos celulares
    - protocolos de distribuição
    - meios de armazenamento de dados

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

70

## Variabilidade

- Suporte ao desenvolvimento e reuso de artefatos variáveis
  - requisitos
  - arquitetura
  - componentes
  - testes



SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

71

## Variabilidade

- Na Engenharia da Aplicação
  - sub-processos compõe/ligam variabilidades introduzidas pelo sub-processo equivalente da Engenharia de Domínio
  - ligação consistente
    - assegurar a construção correta do(s) **variante(s)** requerido(s)

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

72

## Identificando variabilidades

- O que varia?
  - identifica item ou propriedade variável
  - **sujeito** da variabilidade
- Por que varia?
  - necessidades dos stakeholders, leis diferentes, questões técnicas, etc.
- Como varia?
  - quais as possíveis formas/variantes da variação
  - **objeto** da variabilidade (instância do sujeito)

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

73

## Sujeito e objeto da variabilidade

- **Sujeito: Cor**
  - Objetos: verde, vermelho, azul ...
- **Sujeito: Forma de pagamento**
  - Objetos: cartão, dinheiro ou cheque
- **Sujeito: Mecanismo de identificação**
  - Objetos: teclado, scanner de digitais
  - Razão para variabilidade: padrão de segurança, necessidade do cliente
    - mudanças no mecanismo implicam em mudanças em outros componentes

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

74

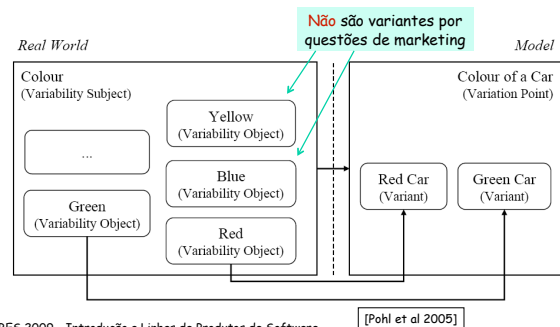
## Conceitos sobre variabilidade

- **Ponto de variação (variation point)**
  - representação do sujeito da variabilidade em artefatos do domínio enriquecidos com informação de contexto
    - meio de armazenamento dos dados da aplicação
- **Variante (variant)**
  - representação de um objeto da variabilidade em artefatos do domínio
  - uma opção de um ponto de variação
    - persistência com SGBD relacional

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

75

## De sujeitos para pontos De objetos para variantes



SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

[Pohl et al 2005]

76

## Identificando pontos de variação e variantes

1. Identificar o sujeito da variabilidade (mundo real)
2. Identificar o ponto de variação no contexto da linha de produtos de sw
  - **difícilmente** muda com o tempo
3. Definir os conjunto de variantes
  - selecionar objetos da variabilidade e defini-los como variantes do ponto de variação
  - **pode** mudar com o tempo

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

77

## Exemplo

Engenheiros de uma linha de produtos de automação doméstica sugerem diferentes formas de comunicação entre componentes do sistema. Exemplos são: rede com fio, rede sem fio, *bluetooth* ou linha de força

- Qual o sujeito da variabilidade?
  - Tipo de rede de comunicação
- Qual o ponto de variação?
  - Rede de comunicação do sistema de automação doméstico
- Quais os variantes?
  - Rede com e sem fio (selecionados pelos engenheiros)

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

78

## Variabilidade vs. comunalidade

- Variabilidade
  - funcionalidades (*features*) que distinguem as diferentes aplicações de uma LPS
- Comunalidade
  - funcionalidades (*features*) que estão presentes em todas as aplicações da LPS
- Como decidir se uma funcionalidade (*feature*) é variável ou é comum?

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

79

## Exemplo

### Interface com usuário

- Variabilidade

Clientes do sistema de automação doméstico devem escolher a língua do sistema que será instalado ou pagar mais por uma versão multilíngüe do sistema.

- Comunalidade

A interface do sistema de automação doméstico oferece ao usuário a escolha da língua preferida a qualquer momento. **Todas** as versões do sistema são multilíngüe.

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

80

## Variabilidade no tempo

- Diferentes versões de um artefato válidas em tempos diferentes
  - evolução
- Se aplica a sistemas únicos e a LPS
  - naturalmente suportado por LPS
    - se as mudanças forem nos pontos de variação
- Gerenciamento de configuração
- **Artefatos** variam com o tempo

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

81

## Exemplo

### Variabilidade no tempo

- Mecanismo de identificação (sistema de automação doméstico)
  - ponto de variação com um variante
    - cartão magnético
  - surgimento de scanners confiáveis
    - novo variante: scanner de digitais
  - o variante anterior permanece ou não na linha
    - analistas, engenheiros, clientes, mercado ...

E se o mecanismo de identificação não fosse um ponto de variação desde o início da LPS?

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

82

## Variabilidade no espaço

- Um artefato com diferentes formas que são válidas ao mesmo tempo
  - variantes de um ponto de variação
- Não se aplica a sistemas únicos
- É o foco da engenharia de LPS
- Uso simultâneo de **artefatos variáveis** em diferentes formas (variantes) por produtos diferentes

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

83

## Exemplo

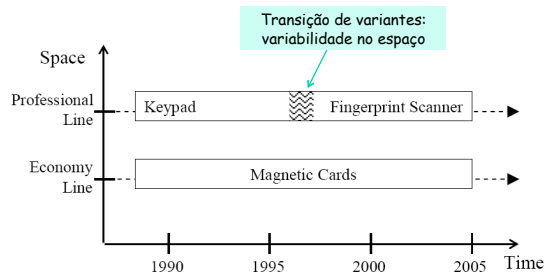
### Variabilidade no espaço

- Ponto de variação (sistema de automação doméstico)
  - "Acesso ao sistema por"
- Variantes
  - web browser, celular (SMS), chamada telefônica (atendimento automatizado), cliente SSH.
  - são associadas a diferentes artefatos da LPS (requisitos, arquitetura, ...)

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

84

## Variabilidade no tempo e no espaço



SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

85

## Variabilidade Externa

- Variabilidade de artefatos de domínio visível ao cliente
- Clientes escolhem as variantes
  - diretamente
    - selecionando as variantes desejadas
  - indiretamente
    - selecionando uma das aplicações disponíveis na linha

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

86

## Variabilidade Externa

- Exemplo:
  - teclado, cartão magnético ou scanner de digitais
- Causas:
  - diferentes necessidades de *stakeholders*
  - diferentes leis que se aplicam ao domínio da LPS
    - domínio médico ou de automação doméstica
  - diferentes padrões a serem atendidos
    - níveis de segurança impostos por uma associação

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

87

## Variabilidade Interna

- Variabilidade de artefatos de domínio escondida do cliente
  - clientes não levam tais variantes em conta ao escolher uma aplicação
  - decisões a cargo dos provedores (desenvolvedores, técnicos, ...) da LPS
- Exemplo:
  - protocolo de comunicação otimizado ou com correção de erros
    - decisão depende do meio de transmissão disponível

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

88

## Variabilidade Interna

- Causas:
  - variabilidades externas (e refinamentos)
    - oferecer uma opção para o cliente implica em várias opções de baixo nível (internas)
  - refinamento de variabilidades internas
    - variabilidades em um nível de abstração mais baixo
  - questões técnicas não consideradas pelo cliente
    - armazenar imagens das digitais sem compressão durante o desenvolvimento (testes)

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

89

## Interna ou Externa?

- Considerar os interesses do cliente
  - Int. • menor complexidade na decisão do cliente
- Estratégia de negócio
  - Int. • proteger segredos da empresa
- Marketing
  - Ext. • percepção de valor de um produto pelo cliente
  - Int. • variabilidade interfere com aplicações antigas, porém lucrativas, da linha

não oferecer a variabilidade

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

90

## Modelo de variabilidade

- Adaptações de modelos e diagramas tradicionais de desenvolvimento
  - modelos de *features*
  - modelos de casos de uso
  - diagramas de seqüência
  - diagramas de classes

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

91

## Problemas com as adaptações

- Inconsistência
  - informações da variabilidade espalhada entre modelos
- Falta de rastreabilidade
  - qual informação de variabilidade nos requisitos influenciou o que no projeto, na realização,....?
- Modelos tradicionais já são (muito) complexos
- Dificuldade de integração
  - diferentes conceitos (entre os modelos) para definir variabilidade
- Ambigüidade
  - variabilidade nestes modelos levam a ambigüidades em artefatos de desenvolvimento

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

92

## Modelo ortogonal de variabilidade

- Define a variabilidade de uma LPS
- Relaciona a variabilidade da LPS com outros modelos de desenvolvimento
  - features
  - casos de uso
  - projeto
  - componente
  - teste

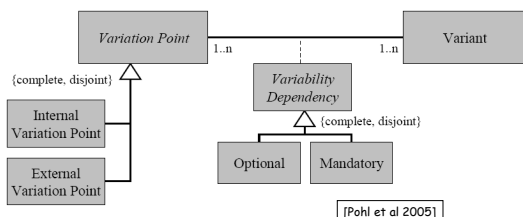
SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

93

## Meta modelo

Facilita o entendimento

- Pontos de variação, variantes e dependências de variabilidades



SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

94

## Dependência de variabilidade opcional

- Variante **pode** ser selecionado **se** o ponto de variação fizer parte do produto
- Exemplo:
  - mecanismos de identificação para AD: teclado, cartão magnético e scanner de digitais
  - se definidos como variantes opcionais
    - qualquer combinação dos mesmos caso o ponto de variação seja parte da aplicação
    - nenhum, qualquer um, qualquer dois ou todos os três

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

95

## Dependência de variabilidade mandatória

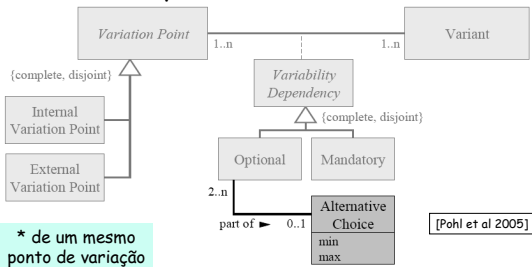
- Variante **deve** ser selecionado **se** o ponto de variação fizer parte do produto
- Exemplo:
  - tamanhos de chave de criptografia para comunicação remota: 128, 256, 512 e 1024
  - 128 definido como variante obrigatória
    - os demais como opcionais
    - só está presente nas aplicações da linha que têm comunicação remota

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

96

## Escolha alternativa

- Define número mínimo e máximo de variantes opcionais\* a serem selecionados



SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

97

## Exemplo

- Mecanismos de identificação para AD: teclado, cartão magnético e scanner de digitais
  - definir uma escolha alternativa com os três variantes opcionais com valores
    - mínimo = 1
    - máximo = 2

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

98

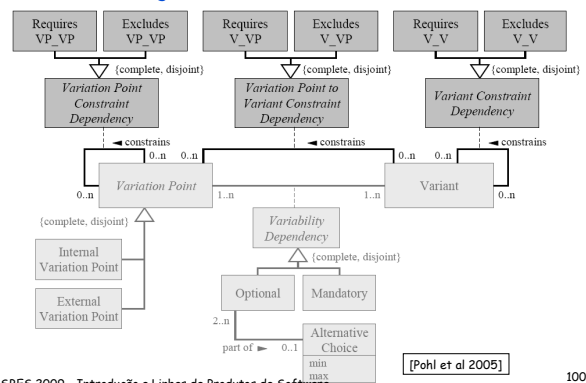
## Restrições de variabilidades

- Definir relações entre variantes de pontos de variação distintos
  - um variante X **requer/exclui** um variante Y para funcionar corretamente
  - um variante X **requer/exclui** um ponto de variação PZ para funcionar corretamente
  - um ponto de variação PZ **requer/exclui** um ponto de variação PW para funcionar corretamente

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

99

## Restrições



SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

100

## Exemplo

- Pontos de variação (variantes)
  - comunicação sem fio (WLAN, Bluetooth)
  - padrão de comunicação (IEEE 802.11a, b, g, n)
  - conexão segura (VPN, SSH)
  - detecção de movimento (óptico, radar)
- Restrições
  - WLAN **exclui** radar
  - WLAN **requer** padrão de comunicação
  - comunicação sem fio **requer** comunicação segura

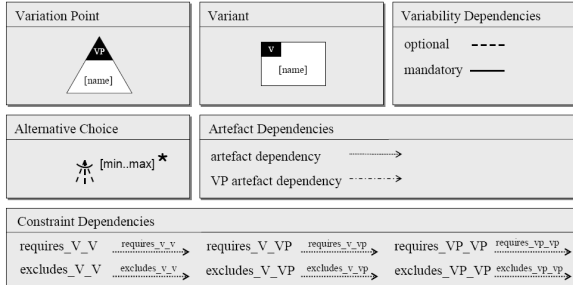
SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

101

## Chega de meta modelo

Como criar modelos com informações sobre pontos de variação e variantes?

## Notação gráfica para definir o modelo de variabilidade



\* O default é [1..1]

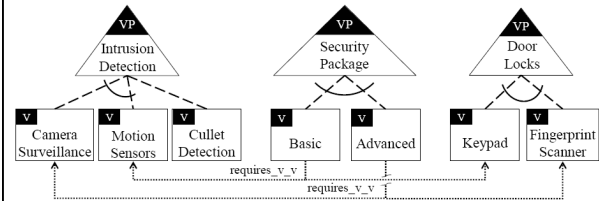
[Pohl et al 2005]

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

103

## Exemplo de modelo de variabilidade

### ▪ Sistema de automação doméstica



[Pohl et al 2005]

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

104

## Exercício 3

- Crie o modelo de variabilidades da LPS que foi definida no Exercício 2

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

105

## Referências Bibliográficas

- Esta curso é baseado em
  - POHL, K.; BÖCKLE, G.; VAN DER LINDEN, F. **Software Product Line Engineering**. Springer, 2005.
- Referencias adicionais
  - ALVES, V. **Implementing Software Product Line Adoption Strategies**. Tese de Doutorado, CIN-UFPE, 2007.
  - CLEMENTS, P.; NORTHROP, L. **Software Product Lines: Practices and Patterns**. Addison-Wesley, 3a ed, 2001.
  - KRUEGER, C. **Variation management for software production lines**. In Proceedings of the 2nd International Software Product Line Conference (SPLC'02), pages 37-48, San Diego, California, August 2002.

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

106

## Referências Diversas

- SEI
  - <http://www.sei.cmu.edu/productlines/>
- SPG
  - <http://www.cin.ufpe.br/spg>
- VARMOD-EDITOR
  - <http://www.software-productline.com/SEGOS-VM-Tool>
- Este curso e outros materiais em
  - <http://www.cin.ufpe.br/~scbs/lps>

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

107



SOFTWARE-PRODUCTIVITY-GROUP

Software Productivity Group

<http://www.cin.ufpe.br/spg>

SBES 2009 - Introdução a Linhas de Produtos de Software

108