

Introdução a Linhas de Produtos de Software

Sérgio Soares
scbs@cin.ufpe.br
twitter.com/scbs

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

2

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?

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

3

Customização em massa

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

4

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

5

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

6

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

7

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

8

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**

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

9

Qual o menor custo?

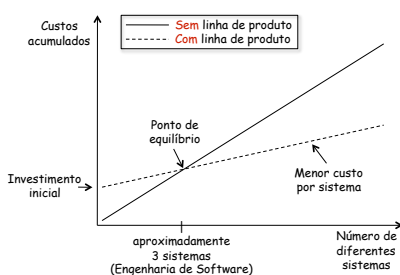
- Desenvolver uma plataforma e seus componentes reusáveis
 - há um custo fixo inicial independente do número dos **diferentes** produtos gerados
 - poucos produtos = alto custo por produto
 - quanto maior o número de **diferentes** produtos mais diluído o investimento inicial
- Desenvolver produtos únicos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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

10

Custo de desenvolvimento

Sistemas únicos vs Famílias de Produtos



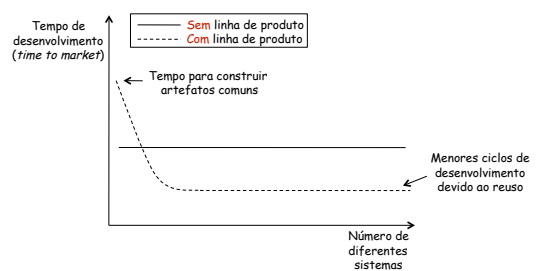
Traduzido e adaptado de [Pohl et al 2005] e [Clemens e Northrop 2001]

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

11

Time to market

Sistemas únicos vs Famílias de Produtos



Traduzido e adaptado de [Pohl et al 2005]

II SCIENTEX - 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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

13

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

14

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

15

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]

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

16

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)

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

17

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

18

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

19

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

20

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)

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

21

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

22

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

23

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

24

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

25

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

27

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

28

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

29

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

30

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

31

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

32

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

34

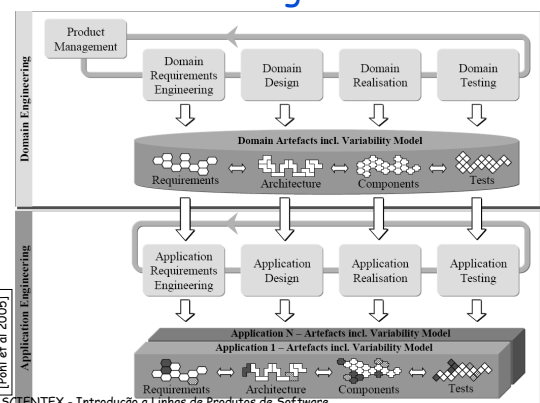
Processos para o desenvolvimento de LPS

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

35

Framework de engenharia de LPS

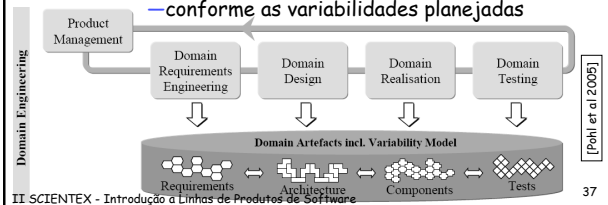


II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

36

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



II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software 37

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

38

Engenharia de Domínio

- Diferenças do desenvolvimento de um **único** produto (1)
 - plataforma com um significado estratégico
 - desenvolvimento de **vários** produtos a um custo razoável
 - produtos fortemente relacionados
 - **identificação** de requisitos comuns para todas aplicações e dos específicos para uma aplicação em particular
 - mecanismos de configuração

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

39

Engenharia de Domínio

- Diferenças do desenvolvimento de um **único** produto (2)
 - flexibilidade (produtos futuros)
 - regras de desenvolvimento comuns entre várias aplicações
 - definição das partes reusáveis e das partes específicas das aplicações
 - componentes configuráveis e fracamente acoplados, não um programa executável
 - não há aplicação executável a ser testada

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

40

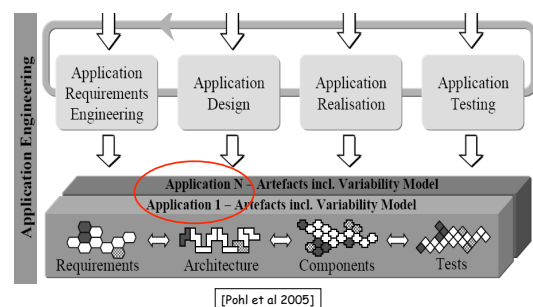
Engenharia da Aplicação

- 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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

41

Engenharia da Aplicação



II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

42

Artefatos da Aplicação

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

43

Engenharia da Aplicação

- Diferenças do desenvolvimento de um **único** produto (1)
 - maioria dos requisitos já identificada a partir dos requisitos do domínio
 - o projeto se restringe a regras/decisões definidas na arquitetura de referência
 - eventuais adaptações
 - vários componentes, interfaces e outros recursos de software não são criados, mas configurados a partir da plataforma

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

44

Engenharia da Aplicação

- Diferenças do desenvolvimento de um **único** produto (2)
 - implementações devem seguir as interfaces reusáveis
 - vários artefatos de teste não são criados, mas derivados da plataforma
 - testes para checar defeitos de configuração
 - cobertura de testes

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

45

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

47

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)

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

48

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)

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

49

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

50

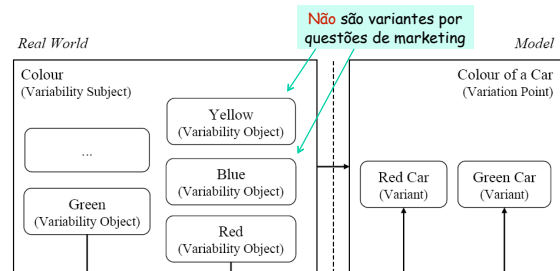
Conceitos sobre variabilidade

- **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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

51

De sujeitos para pontos De objetos para variantes



II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

[Pohl et al 2005]

52

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)

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

53

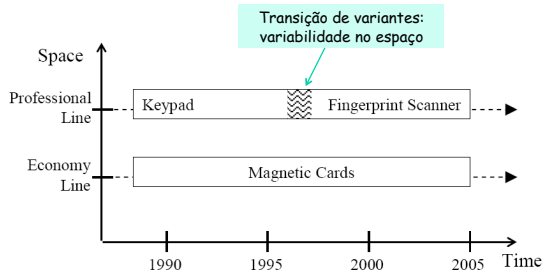
Variabilidade vs. comunalidade

- **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?

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

54

Variabilidade no tempo e no espaço



II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

55

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

56

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

57

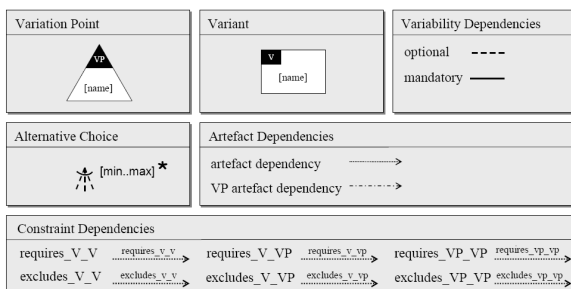
Modelo de variabilidade

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

58

Notação gráfica para definir o modelo de variabilidade

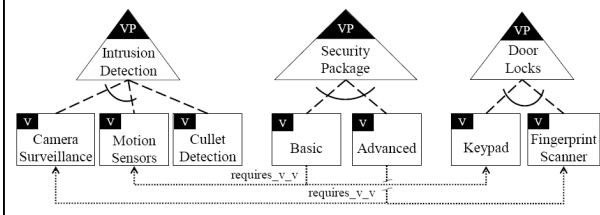


II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

59

Exemplo de modelo de variabilidade

- Sistema de automação doméstica



II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

60

Referências Bibliográficas

- POHL, K.; BÖCKLE, G.; VAN DER LINDEN, F. **Software Product Line Engineering**. Springer, 2005.
- 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**. Proceedings of the 2nd International Software Product Line Conference (SPLC'02), pages 37-48, San Diego, California, August 2002.

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

61

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>
- Outros materiais em
 - <http://www.cin.ufpe.br/~scbs/lps>

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

62

Quer trabalhar com este tema?

- Entre na página do nosso grupo de pesquisa e olhe os projetos em execução

e/ou

- Entre no site do CIn/UFPE e procure por temas associados na lista de pre-projetos de mestrado e doutorado

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

63



SOFTWARE·PRODUCTIVITY·GROUP

Software Productivity Group

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

II SCIENTEX - Introdução a Linhas de Produtos de Software

64

Introdução a Linhas de Produtos de Software

Sérgio Soares
scbs@cin.ufpe.br
twitter.com/scbs