



Comparando Modelos Arquiteturais de Sistemas Legados para Apoiar a Criação de Arquiteturas de Referência de Domínio

Aline Pires Vieira de Vasconcelos

aline@cos.ufrj.br

Cláudia Maria Lima Werner

werner@cos.ufrj.br

Guilherme Zanetti kummel

kummel@prolink.inf.br

<http://reuse.cos.ufrj.br>

SBCARS'2007

Roteiro

- Motivações, Objetivos e Contexto
- ArchToDSSA:
 - Abordagem Proposta
 - Ferramenta *ArchToDSSATool*
- Estudos Experimentais
- Conclusões

Motivações

- **Grandes empresas** costumam desenvolver **sistemas de software em um domínio de aplicação particular** (SUGUMARAN *et al.*, 2006), motivando a adoção de abordagens de **Engenharia de Domínio (ED)** e **Linha de Produtos (LP)**.
- Sistemas legados disponíveis no domínio: fonte de informação essencial (KANG *et al.*, 1990) para a ED, representam **recursos** e **esforços investidos** no passado e embutem **conhecimento** sobre o **negócio**.
- **Arquiteturas de Referência de Domínio** ou **DSSAs** (*Domain Specific Software Architectures*): artefato-chave para a instanciação de aplicações e reutilização dos artefatos produzidos **em ED e LP**. Devem representar **semelhanças** e **diferenças** do domínio.

Motivações

- Abordagens de **ED e LP** não costumam prover **apoio sistemático à análise de um conjunto de sistemas legados** no domínio, a fim de detectar as suas semelhanças e diferenças (ex: FORM (KANG *et al.*, 2002), CBD-Arch-DE (BLOIS, 2006), KobrA (ATKINSON *et al.*, 2002) e PLUS (GOMAA, 2004)).
- Abordagens de **comparação de modelos** estão mais voltadas para a **comparação de diferentes versões de uma mesma arquitetura** ao invés da comparação de arquiteturas de diferentes aplicações em um mesmo domínio (ex: (CHEN *et al.*, 2003) (MEHRA *et al.*, 2005) (OLIVEIRA, 2005)) .

Objetivos da Abordagem ArchToDSSA

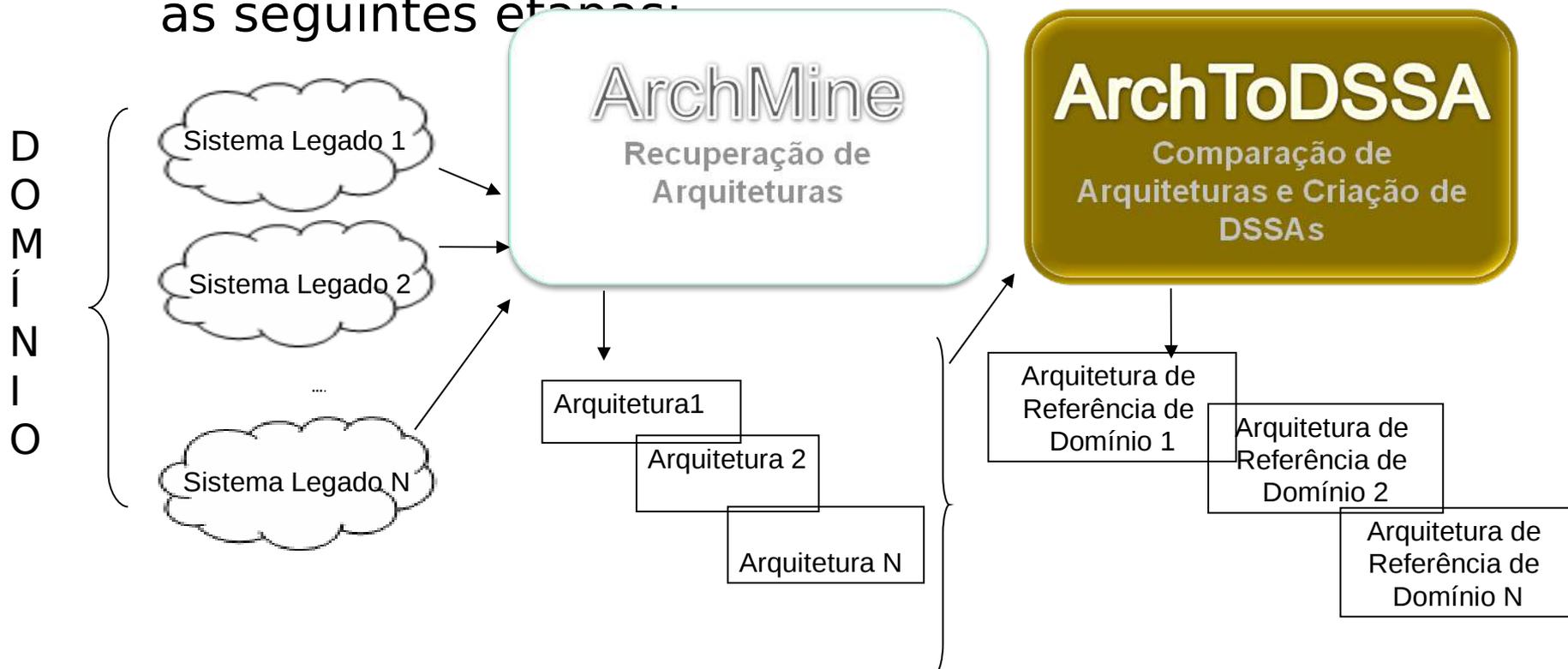
- Objetivos:
 - Apoiar a **comparação de arquiteturas de diferentes aplicações em um domínio**, onde as aplicações possuam elementos equivalentes escritos de forma diferente (ex: Caixa Postal, Caixa de Mensagens; Campanha e Som).
 - Descobrir as **opcionalidades e variabilidades** dentre as aplicações comparadas.
 - **Gerar Arquiteturas de Referência de Domínio** parcialmente especificadas.

Contexto

- Projeto Odyssey – Ambiente Odyssey (Odyssey, 2007).
- Adoção da notação Odyssey-FEX (OLIVEIRA, 2006):
 - **Opcionalidade:**
 - **Elementos Mandatórios:** elementos presentes em todas as arquiteturas, ou seja, em todas as aplicações do domínio;
 - **Elementos Opcionais:** elementos presentes em somente algumas das arquiteturas.
 - **Variabilidade:**
 - **Ponto de Variação:** reflete a parametrização no domínio de uma maneira abstrata e deve ser configurável através de suas variantes;
 - **Variantes:** atuam como alternativas de configuração de seu respectivo ponto de variação;
 - **Invariante:** elementos fixos, que não são configuráveis no domínio.

Contexto

- O trabalho está inserido no contexto da abordagem LegaToDSSA desenvolvida na tese de doutorado de VASCONCELOS (2007), que envolve as seguintes etapas:

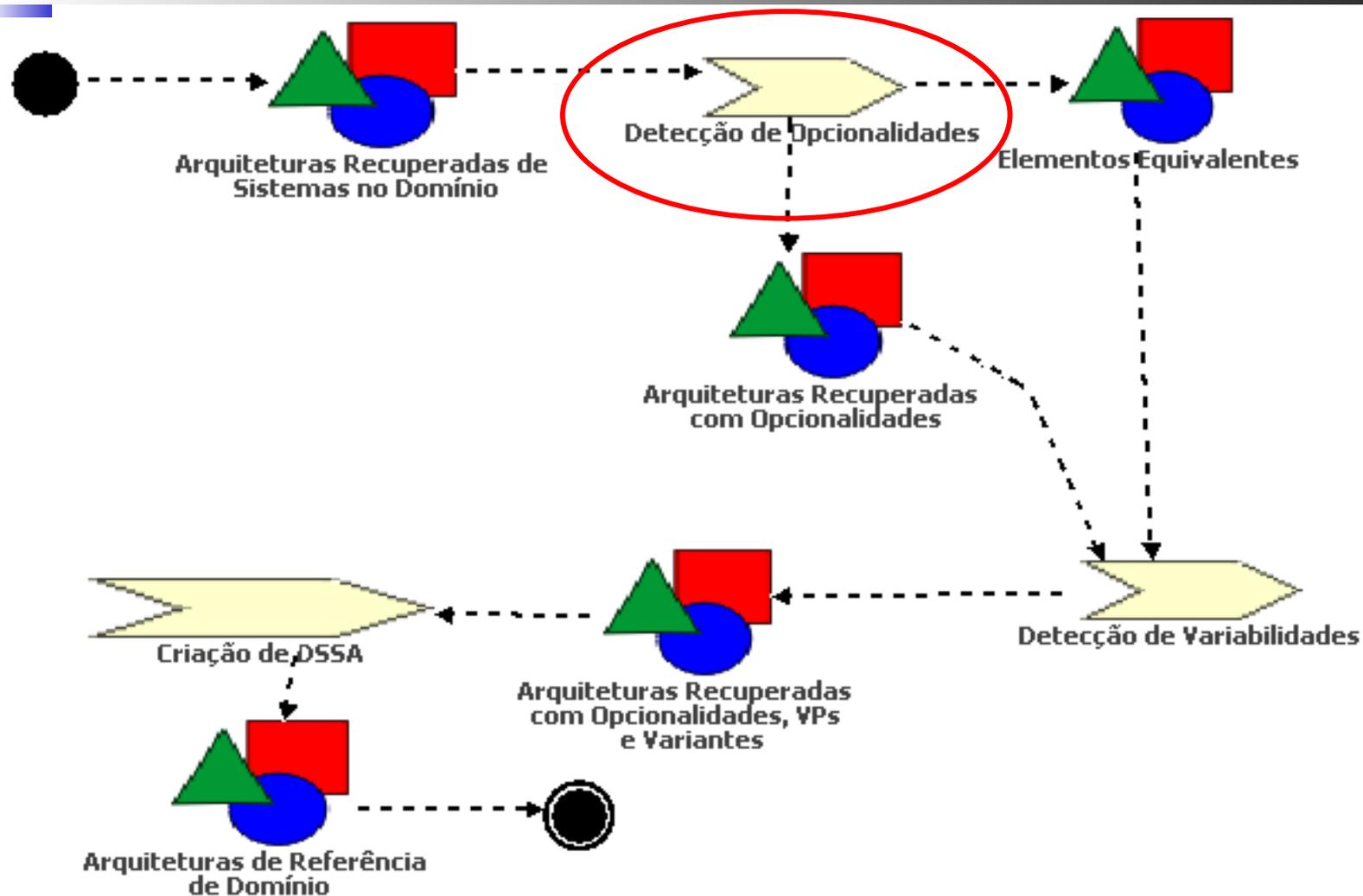


Abordagem ArchToDSSA (KÜMMEL, 2007)

Abordagem dividida em 3 fases distintas:

- Fase 1 – **Detecção de Elementos Equivalentes e Opcionalidades**
 - Identificação de elementos equivalentes entre as diferentes arquiteturas
 - Detecção de candidatos a elementos mandatórios e opcionais
- Fase 2 – **Detecção de Variabilidades**
 - Detecção de candidatos a Pontos de Variação (VPs) e variantes.
- Fase 3 – **Seleção dos elementos e criação da DSSA**

Abordagem ArchToDSSA

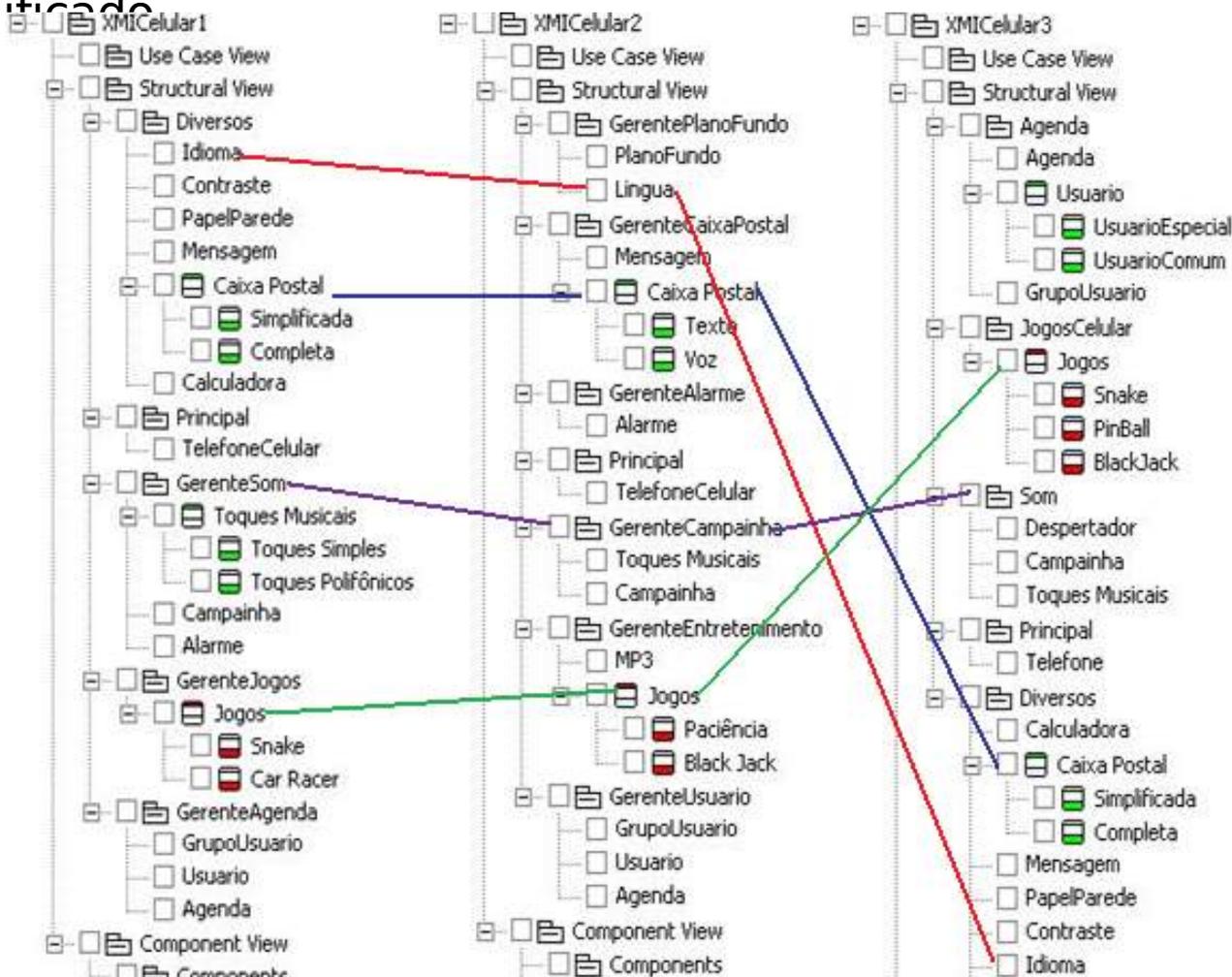


Fase 1 - Detecção de Elementos Equivalentes e Opcionalidades

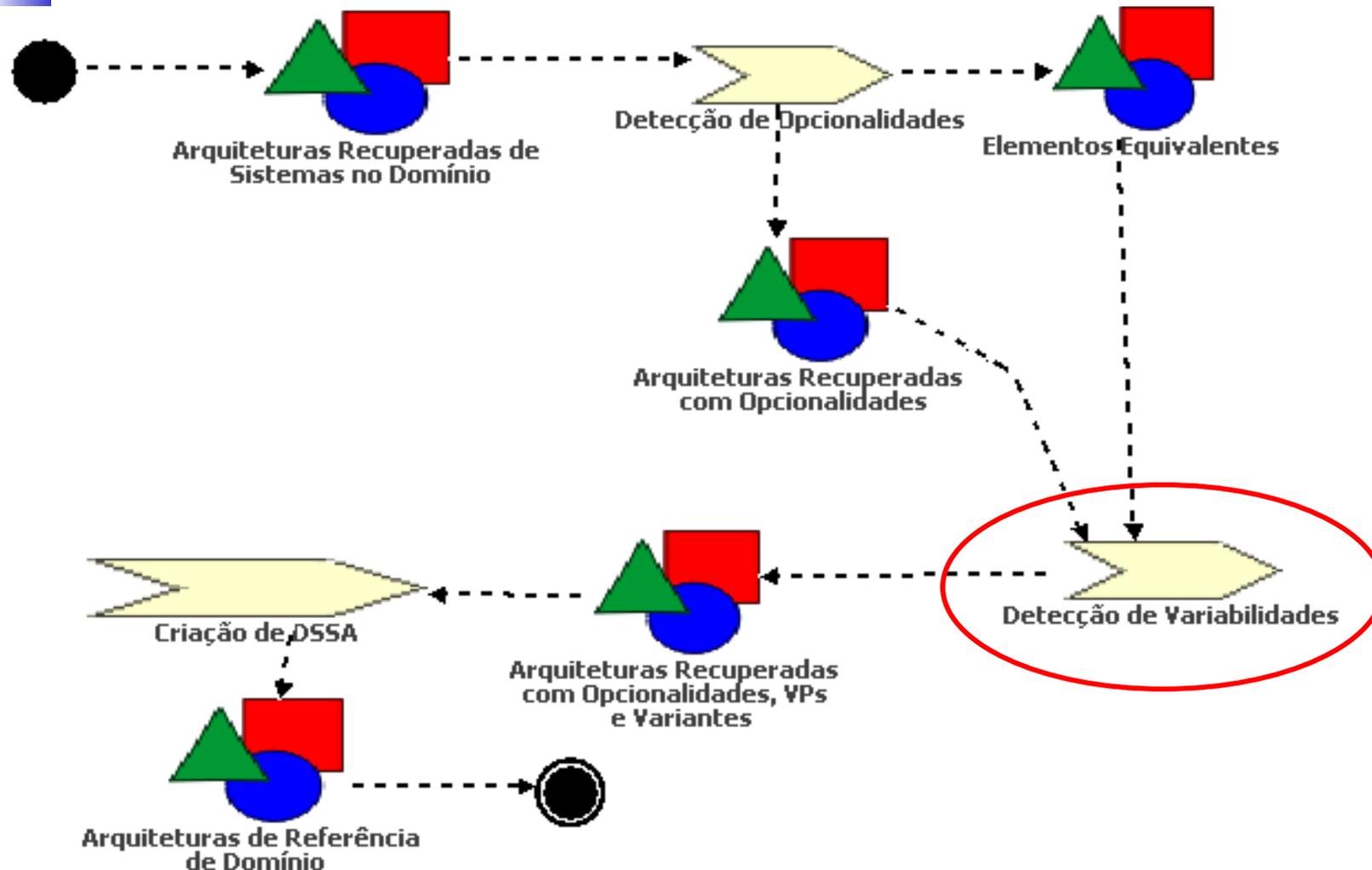
- Arquiteturas orientadas a objetos descritas em UML/XMI.
- Uso de “Critérios de Comparação”:
 - Dicionário de sinônimos;
 - Comparação por partes de palavras em comum (*substrings*);
 - Lista de palavras (*strings*) ou partes de palavras (*substrings*) a serem ignoradas na comparação;
 - Comparação de elementos do mesmo tipo (classes com classes, pacotes com pacotes).

Fase 1 - Detecção de Elementos Equivalentes e Opcionalidades

- Elementos equivalentes representam elementos com um mesmo significado



Abordagem ArchToDSSA



Abordagem ArchToDSSA

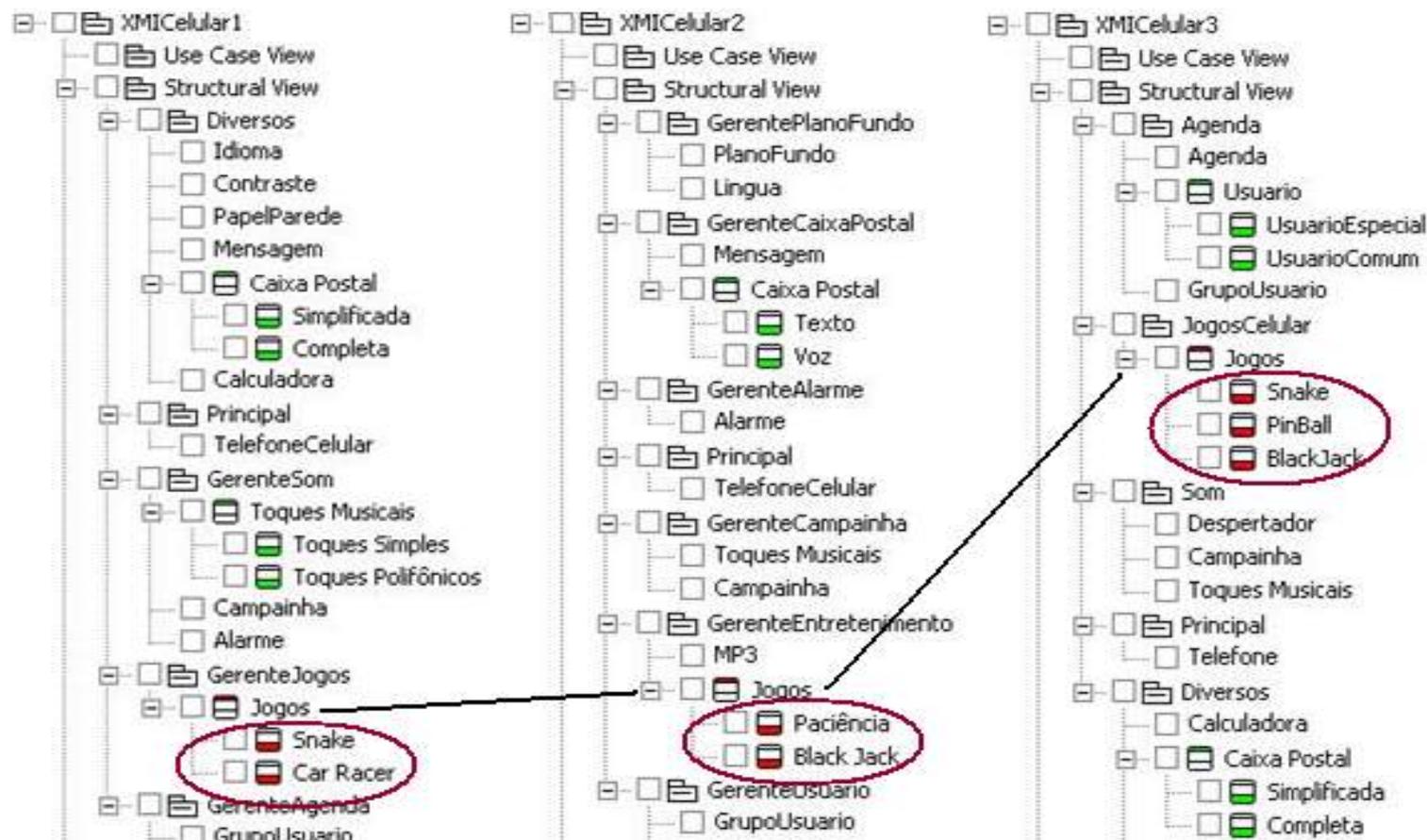
Fase 2 - Detecção de Variabilidades

- A **Detecção de Variabilidades** visa a **identificação** de **Pontos de Variação** (VPs) e suas **Variantes** no domínio, ou seja, pontos onde as aplicações do domínio podem ser configuradas.
- De acordo com as heurísticas definidas na Odyssey-FEX, **superclasses** em estruturas de herança e **interfaces no modelo de classes** são candidatas a **Pontos de Variação** no domínio.
- As **subclasses e classes que implementam as interfaces** nas diferentes arquiteturas onde o VP correspondente possui equivalência são, conseqüentemente, candidatas a **variantes**.

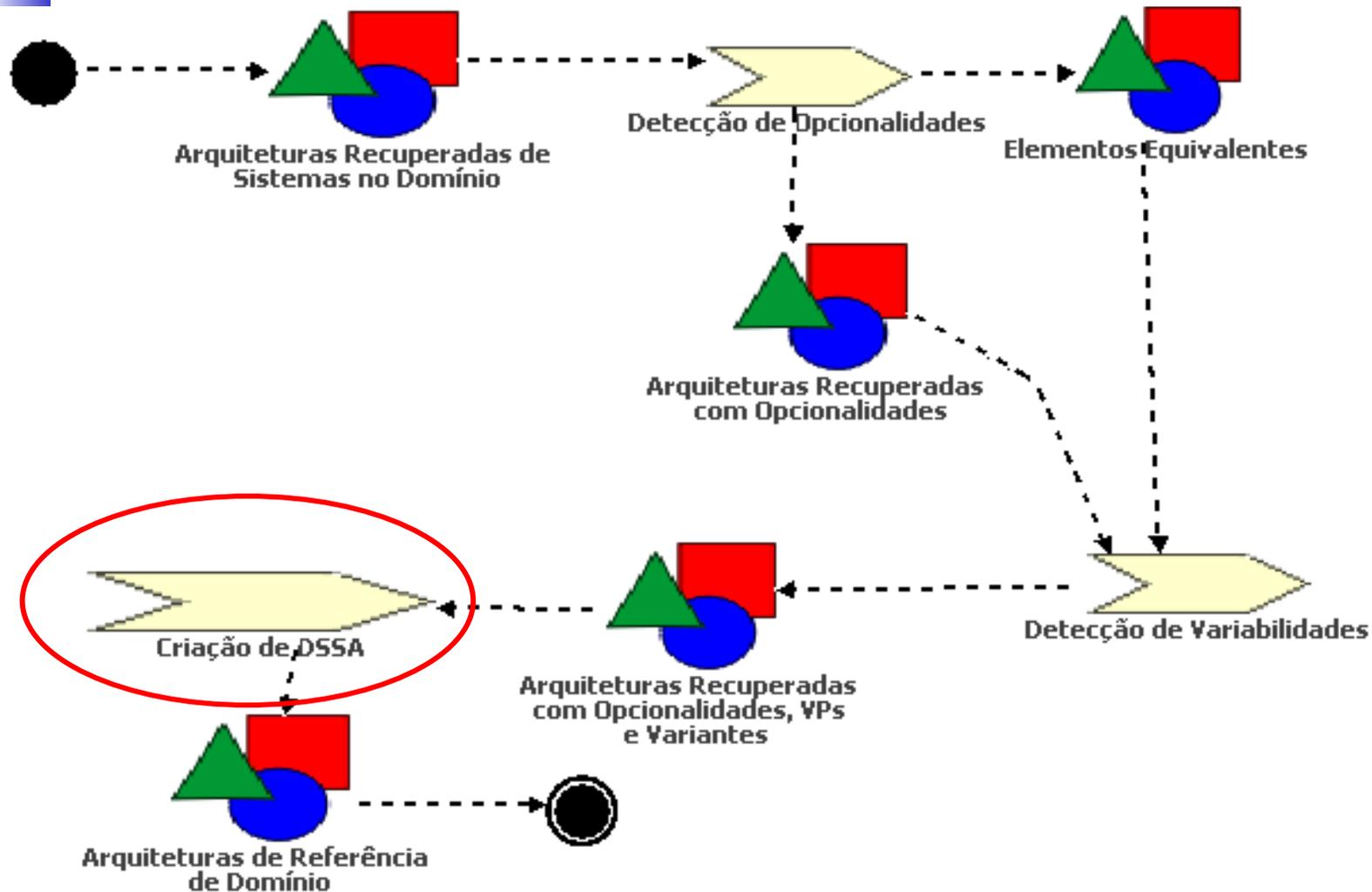
Abordagem ArchToDSSA

Fase 2 - Detecção da Variabilidade

Exemplo de Interface como Ponto de Variação:



Abordagem ArchToDSSA



Abordagem ArchToDSSA

Fase 3 – Criação da DSSA

Passos da Fase 3:

- Escolha de uma **arquitetura** como sendo a **base** para a criação da **DSSA**:
 - Todos os **elementos da arquitetura-base** deverão ser **selecionados** para manter conexões intactas entre estes elementos.
- Possibilidade de escolha de **elementos fora da arquitetura-base** (ex: **elementos opcionais**), que não possuam equivalência na arquitetura-base. Conexões são perdidas.
- Possibilidade de escolha de **variantes fora da arquitetura-base**. Ligação com o VP mantida.
- **DSSA representada em UML/XMI.**

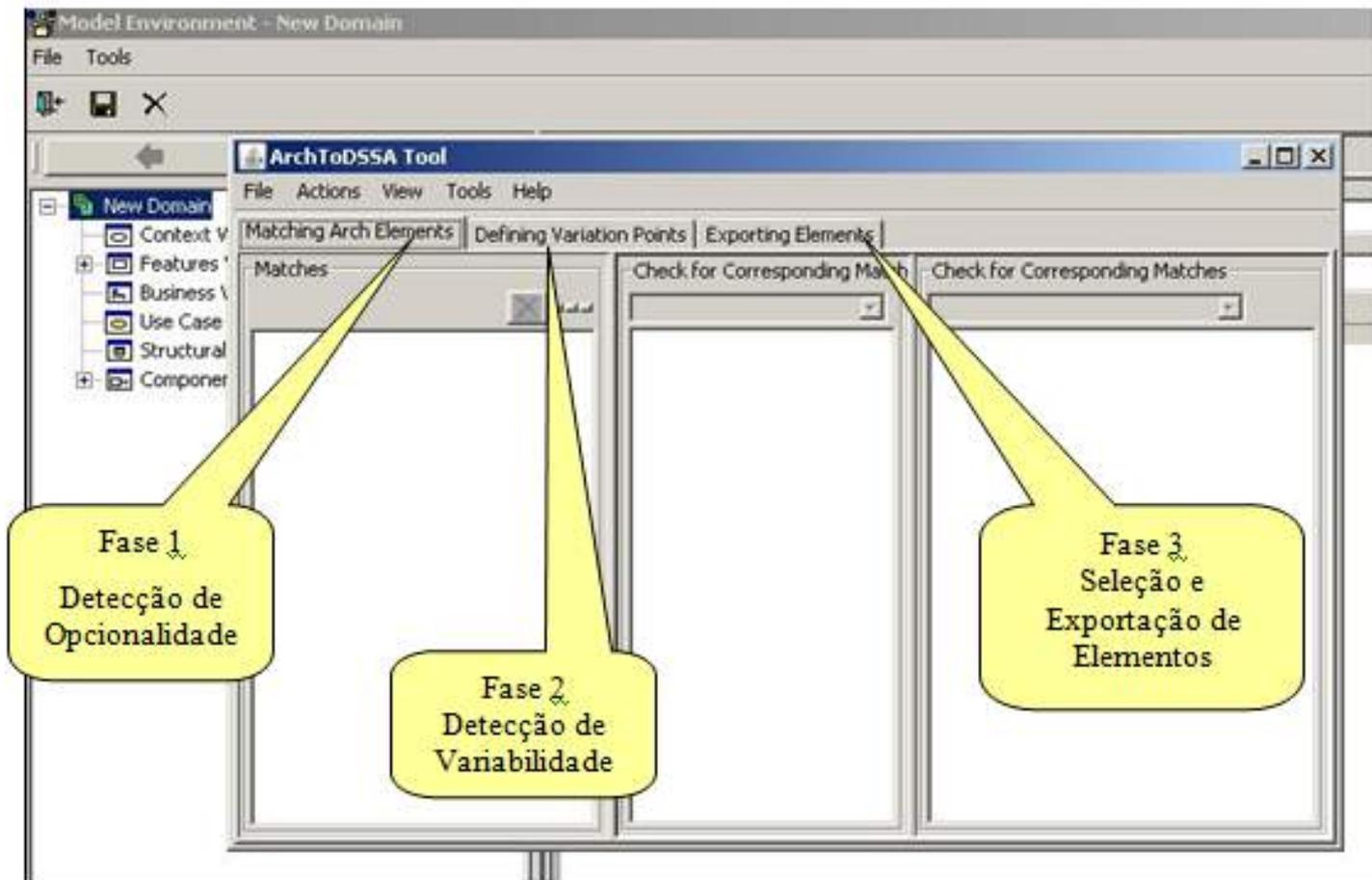
Abordagem ArchToDSSA

Fase 3 – Criação da DSSA

- Valores chaveados (*tagged values*) para os elementos que deverão compor a DSSA:
 - Opcionalidades (determinada por meio de equivalências identificadas na Fase 1):
 - nome = "Opcionalidade";
 - valor = "*Opcional*" ou "*Mandatório*";
 - Variabilidades (definidas na Fase 2):
 - nome = "Variabilidade";
 - valor = "*Invariante*" ou "*Variante*" ou "*Ponto de Variação*";
 - Elementos não pertencentes à arquitetura-base (definidos na Fase 3):
 - nome = "*Não Definido*";
 - valor = "*Verdadeiro*" ou "*Falso*".

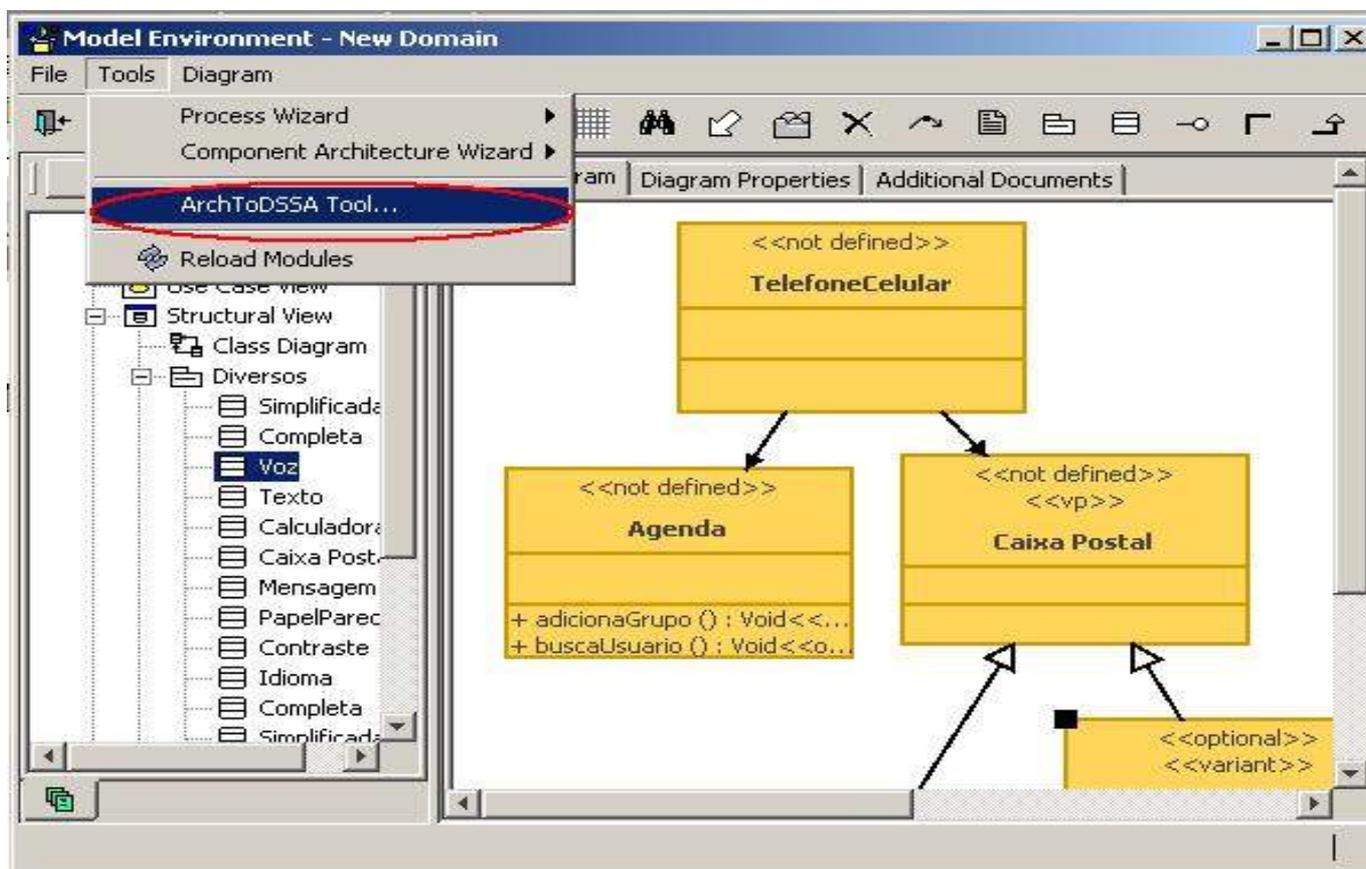
Ferramenta *ArchToDSSATool*

- Interface dividida em três fases:



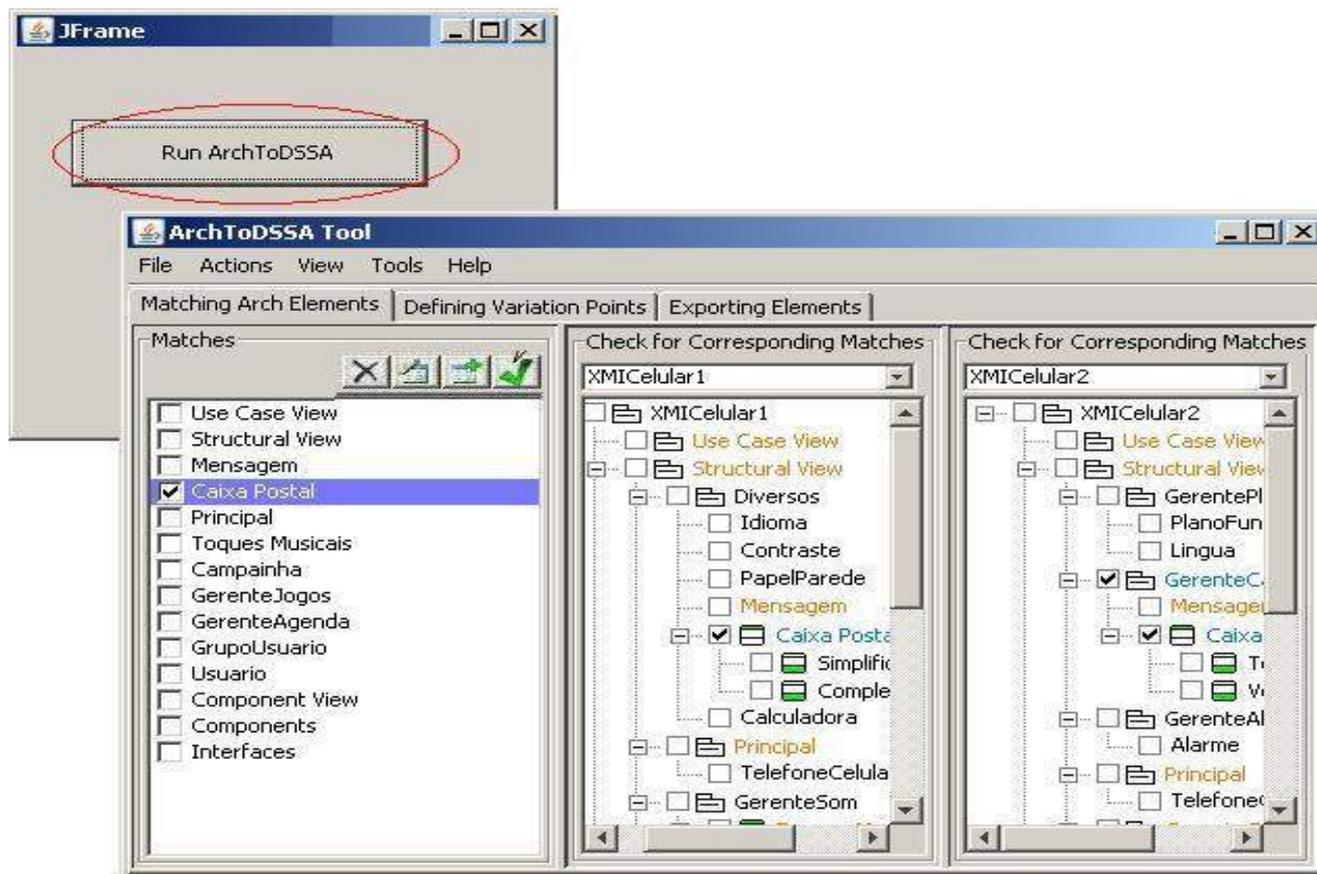
Ferramenta *ArchToDSSATool*

- Pode ser executada à partir do Ambiente Odyssey:



Ferramenta *ArchToDSSATool*

- Pode ser executada de forma independente:



Estudos Experimentais

- Foram realizados **2 estudos de experimentais** ao longo deste trabalho de pesquisa para avaliar **ArchToDSSA**:
 - Estudo de observação da **Abordagem ArchToDSSA**;
 - Estudo de observação da **Ferramenta ArchToDSSATool**.

Estudos Experimentais

Estudo de Observação 1 – Avaliação da Abordagem

- Objetivo:
 - Avaliar a **eficiência (corretude)** da **abordagem** no apoio à tarefa de criação de uma DSSA;
 - Do ponto de vista de **Engenheiros de Software**;
 - No contexto da **comparação de arquiteturas de aplicações em domínios específicos**.

Estudo de Observação 1 – Avaliação da Abordagem

- Foram obtidos os seguintes resultados:

Participante	<u>EficiênciaMatches%</u> Primeira Execução	<u>EficiênciaMatches%</u> Segunda Execução	Média
1	100	100	100
2	44,83	92,30	68,57
3	100	100	100
4	84,62	93,10	88,86
Média geral:			89,35

Participante	<u>EficiênciaVP%</u> Primeira Execução	<u>EficiênciaVP%</u> Segunda Execução	Média
1	100	100	100
2	48,28	100	74,14
3	87,5	100	93,75
4	87,5	86,20	86,85
Média geral:			88,68

Estudo de Observação 1 – Avaliação da Abordagem

- Foram obtidos os seguintes resultados:

Participante	<u>Eficiência</u> <u>Var%</u> Primeira Execução	<u>Eficiência</u> <u>Var%</u> Segunda Execução	Média
1	84,93	100	92,46
2	19,18	100	59,59
3	88,24	100	94,12
4	88,24	73,97	81,10
Média geral:			81,81

Estudo de Observação 1 – Avaliação da Abordagem

- Realizado em ambiente acadêmico.
- Análise do Primeiro Estudo:
 - **Eficiência:** ultrapassou a média geral de 80% de acerto;
 - **Média de acertos na segunda execução maior que na primeira: fácil aprendido.**
- Problemas identificados:
 - **Falta tratamento para casos em que um VP é ao mesmo tempo variante.**
- Avaliação subjetiva:
 - Seria **válida a construção de ferramenta** para dar apoio ao processo extenso e cansativo.

Estudos Experimentais

Estudo de Observação 2 – Avaliação da Ferramenta

- Objetivo:
 - Avaliar a **eficiência (corretude)** da **ferramenta** no apoio à tarefa de criação de uma DSSA;
 - Do ponto de vista de **Engenheiros de Software**;
 - No contexto da **comparação de arquiteturas de aplicações em domínios específicos**.

Estudos Experimentais

Estudo de Observação 2 – Avaliação da Ferramenta

- Foram obtidos os seguintes resultados:

Participante	<u>EficiênciaMatches%</u> Primeira Execução	<u>EficiênciaMatches%</u> Segunda Execução	Média
1	100	86,20	93,1
2	100	86,20	93,1
3	86,20	100	93,1
4	86,20	100	93,1
Média geral:			93,1

Participante	<u>EficiênciaVP%</u> Primeira Execução	<u>EficiênciaVP%</u> Segunda Execução	Média
1	100	48,27	74,13
2	100	48,27	74,13
3	48,27	100	74,13
4	48,27	100	74,13
Média geral:			74,13

Estudos Experimentais

Estudo de Observação 2 – Avaliação da Ferramenta

- Foram obtidos os seguintes resultados:

Participante	<u>EficiênciaVar%</u> Primeira Execução	<u>EficiênciaVar%</u> Segunda Execução	Média
1	100	89,04	94,52
2	100	89,04	94,52
3	89,04	100	94,52
4	89,04	100	94,52
Média geral:			94,52

Fase	<u>Média Geral Primeiro</u> Estudo (Manual <u>Com Experiência</u>)	<u>Média Geral Segundo</u> Estudo (Ferramenta <u>Sem Experiência</u>)
<u>EficiênciaMatches%</u>	89,35	93,10
<u>EficiênciaVP%</u>	88,68	74,13
<u>EficiênciaVar%</u>	81,81	94,52

Estudos Experimentais

Estudo de Observação 2 – Avaliação da Ferramenta

- **Análise do Segundo Estudo:**
 - Realizado em ambiente industrial.
 - Usuários optaram nas duas execuções pela **geração automática.**
 - **Qualidade dos resultados** obtidos **equivalente** com e sem o uso da ferramenta.
 - **Uso da ferramenta reduziu o esforço** do engenheiro de software, sem perda de qualidade:
 - **Primeiro estudo: 2,5 horas;**
 - **Segundo estudo: 15 minutos.**

Conclusões

- A abordagem e o seu ferramental **apóiam a geração de DSSAs parcialmente especificadas**, permitindo a geração de **diferentes DSSAs** para o mesmo conjunto de arquiteturas legadas.
- Apoio à ED e LP.
- ArchToDSSA permite a detecção de **diferenças** entre modelos de **diferentes aplicações**.
- Seria interessante **detectar diferenças** em um nível de **granularidade mais fino**, ou seja, em nível de métodos e atributos.
- Opcionalidades e variabilidades também devem ser detectadas em **modelos comportamentais**.

Referências Bibliográficas

- ARANGO, G., 1994, "A brief introduction to domain analysis". In: *Proceedings of the 1994 ACM symposium on Applied computing* pp. 42-46, Phoenix, Arizona, United States
- ATKINSON, C., BAYER, J., BUNSE, C., *et al.*, 2002, *Component-based Product Line Engineering with UML*, Boston, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.
- BLOIS, A.P.B., 2006, *Uma Abordagem de Projeto Arquitetural Baseado em Componentes no Contexto de Engenharia de Domínio*, Tese de D.Sc., Programa de Engenharia de Sistemas e Computação - COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- BOSCH, J., 2004, "Software Variability Management". In: *Proceedings of the 26th International Conference on Software Engineering (ICSE'04)*, pp. 720-721, Scotland, UK.
- BRAGA, R., 2000, *Busca e Recuperação de Componentes em Ambientes de Reutilização de Software*, Tese de D.Sc., COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- CHEN, P., CRITCHLOW, M., CARG, A., *et al.*, 2003, "Differencing and Merging within an Evolving Product Line Architecture". In: *International Workshop on Software Product-Family Engineering (PFE-5)*, pp. 269-281, Siena, Italy, November.

Referências Bibliográficas

- D'SOUZA, D.F., WILLS, A.C., 1999, *Objects, components, and frameworks with UML: the catalysis approach*, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.
- GIMENES, I.M.S., TRAVASSOS, G.H., 2002, "O Enfoque de Linha de Produto para Desenvolvimento de Software". In: *XXI Jornada de Atualização em Informática (JAI) – Evento Integrante do XXII Congresso da SBC*, pp. 1-31, Florianópolis, Brasil, Julho.
- GOMAA, H., 2004, *Designing Software Product Lines with UML: from Use Cases to Pattern-Based Software Architectures*, Addison-Wesley Professional.
- KANG, K.C., COHEN, S.G., HESS, J.A., *et al.*, 1990, *Feature-Oriented Domain Analysis (FODA): Feasibility Study*, Software Engineering Institute (SEI), CMU/SEI-90-TR-21, ESD-90-TR-222.
- KANG, K.C., LEE, J., DONOHOE, P., 2002, "Feature-Oriented Product Line Engineering", *IEEE Software*, v. 9, n. 4 (Jul./Aug 2002), pp. 58-65.
- KÜMMEL, G.Z., 2007, "Comparando Modelos Arquiteturais de Aplicações para Apoiar a Criação de Arquiteturas de Referência de Domínio". Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação) - COPPE UFRJ, Orientador: Claudia Werner. *Co-Orientador*: Aline Pires Vieira de Vasconcelos.

Referências Bibliográficas

- MEHRA, A., GRUNDY, J., HOSKING, J., 2005, "A Generic Approach to Supporting Diagram Differencing and Merging for Collaborative Design". In: *20th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering (ASE'05)*, pp. 204-213, Long Beach, CA, USA, November.
- ODYSSEY, 2007, "Projeto Odyssey". In: <http://reuse.cos.ufrj.br/odyssey>, accessed in 03/05/2007.
- OLIVEIRA, H.L.R., MURTA, L.G.P., WERNER, C.M.L., 2005, "Odyssey-VCS: a Flexible Version Control System for UML Model Elements". In: *International Workshop on Software Configuration Management (SCM)*, pp. 1-16, Lisbon, Portugal, September.
- OLIVEIRA, R.F.D., 2006, *Formalização e Verificação de Consistência na Representação de Variabilidades*, Dissertação de M.Sc., COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- OMG, 2001, *Unified Modeling Language (UML) Specification, version 1.4*, formal/01-09-67, Object Management Group.
- OMG, 2005, "MetaObjectFacility (MOF) Specification - Version 1.4". In: <http://www.omg.org/technology/documents/formal/mof.htm>, accessed in 08/09/2005.



Comparando Modelos Arquiteturais de Sistemas Legados para Apoiar a Criação de Arquiteturas de Referência de Domínio

Aline Pires Vieira de Vasconcelos

aline@cos.ufrj.br

Cláudia Maria Lima Werner

werner@cos.ufrj.br

Guilherme Zanetti kummel

kummel@prolink.inf.br

<http://reuse.cos.ufrj.br>

SBCARS'2007