

Flexibilização para Representação de Características no Ambiente Odyssey

Eldânae Nogueira Teixeira¹, Cláudia M. L. Werner¹, Aline P. V. Vasconcelos²

¹PESC/COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Caixa Postal 68.511 – 21945-970 – Rio de Janeiro – RJ – Brasil

²CEFET Campos, Rua Dr. Siqueira, 273 - Parque Dom Bosco - CEP 28030-130 - Campos dos Goytacazes/RJ.

{danny,werner}@cos.ufrj.br, apires@cefetcampos.br

Abstract. *Variability modeling, which represents commonality and variability of a system family (or domain) in software reuse approaches, can be specified through feature modeling. This modeling can be represented with different notations, in which one might be chosen considering the greater knowledge of the development team, among other factors. This work is developed within the context of the Odyssey environment, a software reuse infrastructure based on domain models, originally structured in a fixed manner, supporting only its proprietary notation, called Odyssey-FEX. The goal is to achieve modeling flexibility in Odyssey, allowing it to represent different feature notations and the possibility of transitioning between them.*

Resumo. *A modelagem de variabilidades, que representa similaridades e diferenças de uma família de sistemas (ou domínios) em abordagens de reutilização de software, pode ser especificada através da modelagem de características. Essa modelagem pode ser representada em diferentes notações, cuja escolha depende da familiaridade da equipe, dentre outros fatores. Este trabalho está inserido no contexto do ambiente Odyssey, uma infra-estrutura de reutilização baseada em modelos de domínio, originalmente estruturado de forma fixa, disponibilizando apenas a sua notação proprietária Odyssey-FEX. O objetivo deste trabalho é flexibilizá-lo, de modo a comportar novas notações de características e a possibilidade de transição entre elas.*

1. Introdução

Algumas técnicas dentro da área de reutilização de software, como Engenharia de Domínio (ED), e uma de suas vertentes, i.e., Linha de Produtos de Software (LP), visam efetivar o processo de reutilização de forma sistemática em todas as fases de desenvolvimento. Ambas as técnicas mencionadas incorporam no processo uma fase de Análise de Domínio (AD), que segundo PRIETO-DIAZ e ARANGO (1991) pode ser definida como “o processo de identificar e organizar o conhecimento a respeito de uma classe de problemas, de maneira a suportar a descrição e solução de tais problemas”. Inclui a identificação de conhecimento, aquisição e análise, ou seja, a coleta de informações e conhecimento sobre uma coleção de sistemas (i.e. domínio), visando explicitar seu conjunto de variabilidades, i.e., suas similaridades e diferenças. O resultado da fase de AD é representado através de um modelo genérico, denominado Modelo de Domínio. Embora esse Modelo de Domínio possa ser modelado através de

modelos de software já conhecidos, como modelos UML estendidos, a modelagem de variabilidades através de características (*features*) é mais usada em processos de ED e LP. Pela definição de KANG *et al.* (1990), uma característica representa “um aspecto, uma qualidade, ou uma característica visível ao usuário, proeminente ou distinta, de um sistema (ou sistemas) de software”. Essa modelagem pode ser realizada utilizando-se diferentes notações, onde a escolha da notação mais apropriada é influenciada por diversos fatores, como o maior conhecimento e familiaridade da equipe, popularização de uma determinada notação, ou maior adequação com requisitos que atendam às necessidades de modelagem.

Outro aspecto a ser observado é a necessidade da modelagem ser suportada por um ambiente de desenvolvimento. Atualmente, as ferramentas e ambientes disponibilizados apresentam diversas deficiências e acabam por não atender as necessidades do usuário. Uma das deficiências está na ausência de oportunidade de escolha de uma notação mais adequada, estando a modelagem limitada aos conceitos e propriedades oferecidos por uma única notação adotada no ambiente.

O desenvolvimento deste trabalho teve por base o estudo realizado entre as diferentes representações encontradas para esse tipo de modelagem e os conceitos referentes a três diferentes notações abordadas, permitindo a identificação de suas variabilidades e um mapeamento entre seus conceitos. Em adicional, foi proposta a adaptação da estrutura de um ambiente de suporte ao desenvolvimento baseado em reutilização, denominado Odyssey (ODYSSEY, 2008), que foi desenvolvido na COPPE como resultado da pesquisa na área de reutilização de software. Esta adaptação visou a incorporação de duas novas notações de características ao ambiente, antes estruturado de forma fixa com apenas uma notação para a modelagem de características denominada Odyssey-FEX, proposta em OLIVEIRA (2006), e exigiu uma preparação da estrutura do ambiente para representar cada notação individualmente, com suas diferenças e particularidades. Outro aspecto relevante é a possibilidade de migração de uma notação para outra, que deve tratar os conceitos restritos a cada notação e realizar o mapeamento de conceitos e propriedades com a mesma semântica, mas levando em consideração as diferentes representações referentes a cada notação.

Este artigo está organizado em cinco seções. Na seção 2, são apresentados os principais conceitos envolvidos neste trabalho e seu contexto de realização. Na seção 3, é discutida a abordagem proposta e as alterações realizadas no ambiente Odyssey para atingir o objetivo. Na seção 4, é apresentado um exemplo de utilização do ambiente estendido. Finalmente, a seção 5 apresenta as conclusões, destacando as contribuições atingidas, limitações e oportunidades de trabalhos futuros.

2. Contextualização

Esta seção apresenta, brevemente, conceitos que foram a base para a elaboração deste trabalho e o ambiente no qual o mesmo se encontra inserido.

2.1 – Estudo Teórico

Neste trabalho, foram abordadas três notações para a modelagem de características, a saber: a notação proprietária do ambiente Odyssey, i.e. a notação Odyssey-FEX (OLIVEIRA, 2006); e duas notações amplamente referenciadas na literatura, i.e. a notação definida por CZARNECKI *et al.* (2004, 2005) e a notação definida por GOMAA (2004).

Inicialmente, realizou-se um estudo comparativo das notações abordadas, dividido em três classes de conceitos, com os seguintes objetivos: identificar as principais propriedades de cada notação; realizar um mapeamento dos conceitos que possuem a mesma semântica; e realizar um mapeamento padrão para aqueles que não possuem correlações. A primeira classe de conceitos resultante do estudo trata da taxonomia das características, fazendo um paralelo entre as diversas classificações e a presença de certas propriedades relativas a uma característica. A segunda classe trata do conceito de dependência e mútua exclusividade entre características. A terceira, e última, trata do conceito referente aos relacionamentos presentes entre as características.

Pode-se observar que, entre as notações estudadas, alguns conceitos possuem a mesma semântica, independente de representações gráficas ou nomenclaturas, e formam um núcleo ou base de conceitos, a partir do qual cada notação pode ser estendida. Outros são abordados de forma diferenciada ou são restritos à determinada notação. Algumas notações são mais abrangentes, com maior riqueza semântica, como a notação Odyssey-FEX (OLIVEIRA, 2006) (exemplos na Tabela 1), que disponibiliza uma maior variedade de relacionamentos e uma diferenciação entre as classificações de características através de categorias que refletem as diferentes fases de desenvolvimento do software, além de permitir definir relações de dependência e mútua exclusividade através de Regras de Composição Complexas, que descrevem restrições inclusivas e exclusivas, representadas por expressões literais ou *booleanas*, que envolvem uma combinação de características do domínio. No entanto, outras se diferenciam por determinada propriedade que possuem, como, por exemplo, a notação definida por CZARNECKI *et al.* (2004, 2005), que se destaca pelo conceito de cardinalidade e a possibilidade da definição de um atributo para uma característica. A notação definida por GOMMA (2004), por outro lado, possibilita a definição de uma característica como padrão dentre as alternativas de um ponto de variação. A Tabela 1 resume brevemente alguns resultados do estudo.

Tabela 1 - Resumo dos principais resultados do estudo comparativo

Odyssey-FEX	Czarnecki	Gomma
Taxonomia		
Conceito de Variabilidade		
Ponto de Variação (ponto de configuração do domínio através de variantes)	Característica que agrupa	Grupo de Característica (<i>feature group</i>)
Variante	Característica agrupada	Característica associada a grupo (ex: << <i>optional feature</i> >>/<< <i>alternative feature</i> >>)
Invariante (não configurável)	Característica Solitária	Característica Comum: << <i>common feature</i> >>/Característica Opcional: << <i>optional feature</i> >>
Conceito de Opcionalidade		
Classificação da característica como mandatória (obrigatória no domínio) ou opcional. Pode ser definida pela cardinalidade mínima 0 ou maior que 0 (exclusivo de ponto de variação)	Através da cardinalidade	Classificação da característica como comum ou opcional e classificação do tipo de grupo dentre os 4 disponíveis.

Tabela 1 - Resumo dos principais resultados do estudo comparativo (Cont.)

Taxonomia (Cont)		
Propriedades		
Nome	Nome	Nome
Camada (domínio ou tecnologia)	-	-
Dependência e Mútua Exclusividade e Relacionamentos		
Mútua Exclusividade entre Variantes		
Ponto de variação em que a cardinalidade máxima teria valor igual a um ou com regra de composição exclusiva entre todas as suas variantes	Grupo de característica Ou-exclusivo <1,1>/ Grupo de característica Ou-exclusivo <0,1>	Grupo de característica <<exactly-one-of-feature group>>/ Grupo de característica <<zero-or-one-of-feature group>>
Mútua Exclusividade entre Invariantes		
Regra de composição exclusiva entre invariantes	-	-
Relações de dependência		
Regras de composição inclusiva/ Relacionamentos de dependência	-	Relacionamento requer/ Relacionamento mutuamente inclusivo
Transições: Odyssey-FEX -> Czarnecki / Odyssey-FEX -> Gomaa		
Relacionamentos UML e Relacionamentos específicos da Odyssey-FEX (Implementado por, Ligação de Comunicação)	Ligação comum entre as características (mapeamento padrão definido no estudo com perda semântica)	Relacionamento requer (mapeamento padrão definido no estudo com perda semântica)
Alternativo (Relacionamento entre Ponto de Variação e variantes)	Ligação entre característica que agrupa e respectivas características agrupadas	Ligação entre grupo de características e respectivas variantes
Transições: Czarnecki -> Odyssey-FEX / Czarnecki -> Gomaa		
Associação (mapeamento padrão definido no estudo com perda semântica)	Relacionamento de referência	Relacionamento requer (mapeamento padrão definido no estudo com perda semântica)

2.2 – Ambiente Odyssey

O ambiente Odyssey (ODYSSEY, 2008) é uma infra-estrutura de reutilização baseada em modelos de domínio, que disponibiliza ferramentas automatizadas de apoio às diferentes etapas do processo de reutilização. Contempla tanto o desenvolvimento de software *para* reutilização, através de processos de Engenharia de Domínio (ED), como o desenvolvimento *com* reutilização, através da Engenharia de Aplicação (EA), com foco no reaproveitamento e adaptação dos componentes do domínio à aplicação. Esta infra-estrutura vem sendo implementada desde 1997 (WERNER *et al.*, 1999) e sua estrutura interna apresenta níveis diferentes de abstração. Desde então, várias ferramentas foram introduzidas com o objetivo de apoiar os processos de ED e EA, tornando o ambiente mais completo.

A estrutura de representação da notação de modelagem de características no Odyssey se divide em pacotes responsáveis pela representação conceitual, i.e. estrutura semântica, e pela visualização das notações, i.e. estruturas léxica e de apresentação. A parte léxica se refere à representação gráfica de cada elemento e a de apresentação se destina às interfaces gráficas de configuração dos elementos semânticos.

3 - Ambiente Flexibilizado para Diferentes Notações de Modelagem de Características

O ambiente Odyssey possui uma estrutura interna organizada hierarquicamente através de uma árvore semântica de objetos, organizada através de categorias de modelos compostos por diferentes itens de modelagem. A classe abstrata *No* é uma superclasse para elementos como classes, casos de uso, características etc. O maior volume de trabalho para flexibilização do ambiente concentrou-se no nível de abstração de características, denominado, no Odyssey, “*Features View*”. O objetivo consistiu em realizar as adaptações no metamodelo da notação Odyssey-FEX, dividido nos Pacotes Principal (*Core*), Relacionamento e Regras de Composição, para criar uma estrutura que permitisse ao ambiente dar suporte à modelagem de características provendo diferentes notações, à escolha do usuário, de forma flexível e suscetível a extensões futuras. A estrutura foi refatorada com o objetivo de criar uma base com os elementos comuns entre as notações, a classe *FeatureBase*. Essa solução apresenta uma melhor estruturação dos conceitos dentro do ambiente, definindo uma fronteira clara entre as particularidades de cada notação e uma base conceitual de compartilhamento de similaridades. A implementação se baseou no *State Pattern*, que permite a um objeto alterar seu comportamento quando o seu estado interno muda (GAMMA, 2000).

Assim, a classe *FeatureBase* guarda uma instância do estado corrente, aqui chamado de perfil, que representa a notação que está sendo utilizada naquele momento dentro do ambiente Odyssey. A interface *PerfilNotation* corresponde a uma interface de encapsulamento do comportamento comum associado aos perfis e o número de perfis corresponde ao número de notações representadas no ambiente. Cada um agrega as particularidades de cada notação, ou seja, seus comportamentos específicos. O *PerfilOdysseyFEX* guarda informações relativas a notação Odyssey-FEX, como as suas categorias de classificação e propriedades específicas. O *PerfilCzarnecki* guarda informações como valores de cardinalidade, tipo e valor de atributo, particularidades da notação definida em CZARNECKI *et al.* (2004, 2005). Finalmente, o *PerfilGomaa* guarda as informações referentes a notação definida por GOMAA (2004), como valor padrão e tipo de parâmetro. Cada perfil possui como extensão os diferentes tipos de características disponíveis na notação específica.

4 - Exemplo de Utilização

Este exemplo foi realizado no ambiente de reutilização Odyssey, já adaptado para suportar a flexibilidade de escolha entre diferentes notações para a modelagem de características. O objetivo deste exemplo consiste na modelagem de parte de um domínio, neste caso o domínio de Telefonia Móvel, nas diferentes notações, e na realização das transformações resultantes da transição entre as notações, baseadas nos mapeamentos definidos previamente.

O processo de transição visa mapear os conceitos entre as duas notações envolvidas no procedimento, uma atual e a notação destino da transição. O processo é dividido em três etapas, guiadas por um Wizard de mapeamento no Odyssey. Após clicar na opção de mapeamento, uma tela é exibida informando quais as possíveis perdas de informação no modelo que irão ocorrer e quais os mapeamentos padrões que serão realizados (Figura 1a) resultantes do estudo realizado. Em seguida, é dada ao usuário a possibilidade de interação com o processo, alterando opções de mapeamento padrão (Figura 1b). A última etapa consiste na conclusão do processo, informando ao

usuário que não há possibilidade de retornar ao modelo na notação inicial da transição, caso o procedimento seja concluído.

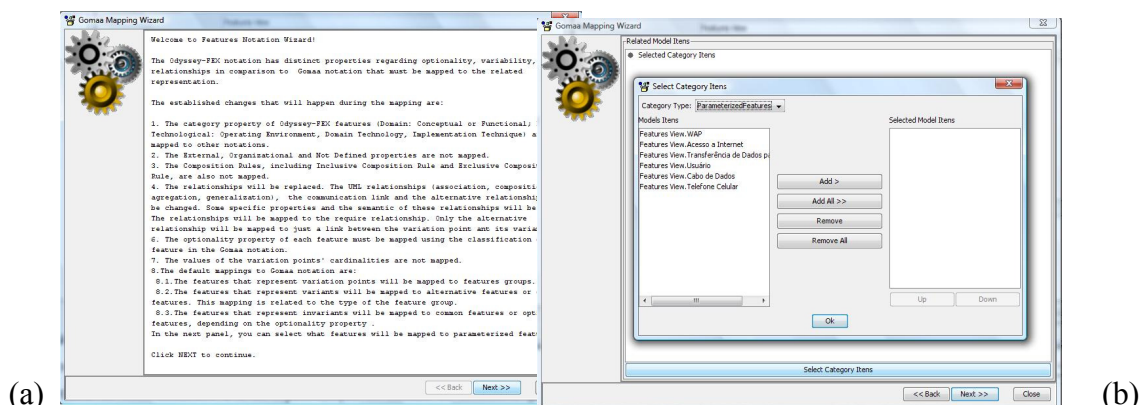
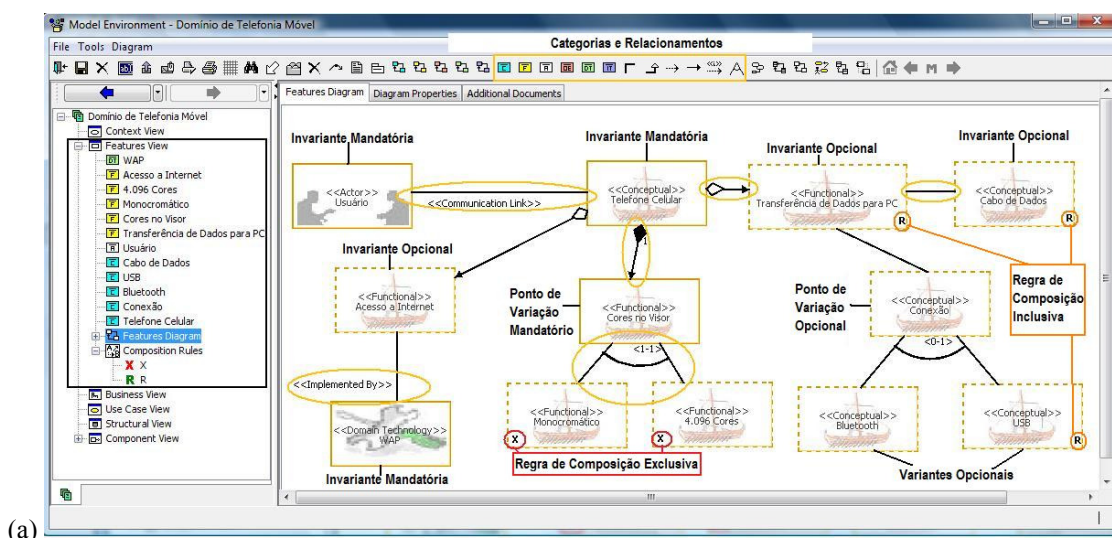


Figura 1 - Etapas do Processo de Transição

Inicialmente, o exemplo se propôs a modelar o domínio utilizando-se a notação Odyssey-FEX (Figura 2a). A seguir, foi realizada a transição para a notação de Czarnecki (Figura 2b) e por último, uma transição para a notação de Gomma (Figura 2c). Diversas perdas semânticas ocorreram após as transições, como a perda das categorias da notação Odyssey-FEX, que representam as diferentes fases de desenvolvimento; conceitos associados a alguns relacionamentos perdidos ao fazer a transição da Odyssey-FEX para as outras notações; a perda das regras de composição da Odyssey-FEX; além da perda de algumas propriedades como a classificação de características como organizacional ou externa, específicas da notação Odyssey-FEX e a perda de certos valores de cardinalidade da notação Czarnecki, dentre outras. Essas observações e alguns dos mapeamentos relatados na Tabela 1, como os de variabilidade e opcionalidade, e outros definidos como padrão durante o estudo, por não apresentarem correlação entre as 3 notações, podem ser vistos na Figura 3.

Uma descrição sobre os conceitos presentes nas três notações, os resultados do estudo comparativo, em conjunto com os mapeamentos estabelecidos, e uma discussão sobre as possíveis perdas decorrentes do processo de transição podem ser encontradas em (TEIXEIRA, 2008).



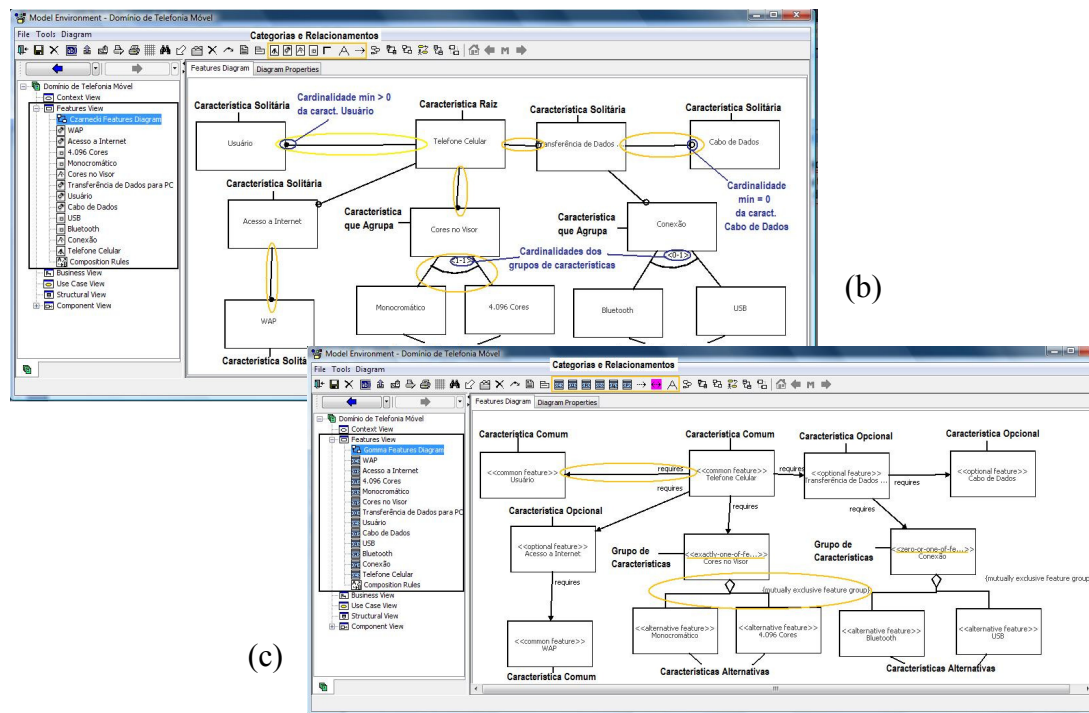


Figura 2 – Modelo do domínio de Telefonia Móvel nas 3 notações e diferentes representações do ambiente Odyssey

5. Conclusão

Com o objetivo de minimizar as limitações encontradas nos ambientes atuais, tais como o *FeaturePlugin*, o *AmiEddi*, o *CaptainFeature*, o *ConfigEditor*, dentre outros citados em ANTKIEWICZ e CZARNECKI (2004), e auxiliar os desenvolvedores na tarefa de modelagem, foi apresentada neste trabalho a proposta de flexibilização de um ambiente de suporte ao desenvolvimento baseado em reutilização para diferentes notações de características para a modelagem de variabilidade.

Como contribuições pode-se destacar o estabelecimento das relações de conceitos entre as três notações abordadas, que propiciou a flexibilização do ambiente Odyssey, com possibilidades de extensões futuras para incorporação de novas notações. O trabalho demonstra a viabilidade da multiplicidade de notações para modelagem em um ambiente de reutilização, oferecendo ao usuário a possibilidade de escolha mediante seus critérios de adequação e permitindo o processo de transição entre as notações. Um estudo dos principais conceitos presentes nas notações, identificando suas similaridades e particularidades e determinando um mapeamento entre esses conceitos, como o realizado neste trabalho, associado ao estudo dos conceitos fundamentais na modelagem de variabilidades de ED, pode ser um primeiro passo em direção ao entendimento das necessidades de representação e mapeamento para possíveis representações já existentes, culminando na unificação de notações e a um consenso na área.

Algumas limitações e necessidades de extensões foram identificadas, consideradas oportunidades para trabalhos futuros, dentre as quais pode-se destacar a extensão do processo de Engenharia de Aplicação, de forma a atender as novas notações incorporadas, e a verificação da consistência de certos conceitos, de forma automática, por meio da extensão do mecanismo de críticas atualmente disponível no ambiente Odyssey, denominado Oráculo (DANTAS *et al.*, 2001). Outra oportunidade de trabalho futuro consiste em disponibilizar ao usuário a opção de descrever suas próprias notações, através da decomposição das características de cada elemento das notações.

O ambiente Odyssey compatível com a nova funcionalidade de flexibilidade de notações pode ser acessado na página do projeto (ODYSSEY, 2008).

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro, e à equipe de Reutilização da COPPE/UFRJ, que direta ou indiretamente apoiou a realização desse trabalho.

Referências

- ANTKIEWICZ, M., CZARNECKI, K., 2004, "FeaturePlugin: Feature Modeling Plug-In for Eclipse." In: OOPSLA'04 Eclipse Technology eXchange (ETX) Workshop, pp. 67-72, Vancouver, British Columbia, Canada, Oct. 24-28.
- ARANGO, G., PRIETO-DIAZ, R., 1991, "Introduction and Overview: Domain Analysis Concepts and Research Direction". In G.Arango, Domain Analysis and Software Systems Modeling, IEEE Computer Society Press, pp. 9-25.
- CZARNECKI, K., HELSEN, S., EISENECKER, U., 2004, "Staged Configuration using feature models". In: Software Product Lines: Third International Conference, SPLC 2004, Proceedings, v. 3154, pp. 266-283, Boston, MA, USA, August30-September 2.
- CZARNECKI, K., HELSEN, S., EISENECKER, U.W., 2005, "Formalizing cardinality based feature models and their specialization", Software Process: Improvement and Practice, v.10, n.1 (March), pp. 7-29.
- DANTAS, A.R., CORREA, A.L., WERNER, C.M.L., 2001, "Oráculo: Um Sistema de Críticas para a UML". In: XV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software - SBES, Caderno de Ferramentas, pp. 398-403, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- GAMMA, E., HELM, R., JOHNSON, R., VLISSIDES, J., 2000, "Padrões de projeto: soluções reutilizáveis de software orientado a objetos", Bookman, 2000.
- GOMAA, H., 2004, "Designing Software Product Lines with UML: From Use Cases to Pattern-Based Software Architectures", Addison-Wesley, 2004.
- 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
- ODYSSEY, 2008, "Odyssey SDE Homepage". In: <http://reuse.cos.ufrj.br/odyssey>.
- OLIVEIRA, R.F., 2006, "Formalização e Verificação de Consistência na Representação de Variabilidades", Dissertação de M.Sc., COPPE Sistemas, UFRJ, Rio de Janeiro.
- TEIXEIRA, E.N., 2008, "Flexibilização para representação de características no Ambiente Odyssey". Projeto Final de Curso, Departamento de Ciência da Computação do IM/UFRJ.
- WERNER, C., MATTOSO, M., BRAGA, R., *et al.*, 1999, "Odyssey: Infra-estrutura de reutilização Baseado em Modelos de Domínios". In: Caderno de Ferramentas do XIII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, pp. 17-20, Florianópolis, outubro.