

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA  
DO RIO DE JANEIRO



**Patricia Seefelder de Assis**

**Arquitetura para Adaptação e Meta-Adaptação de Sistemas  
Hiperfídia**

**Tese de Doutorado**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Informática da PUC-Rio.

Orientador: Daniel Schwabe

Rio de Janeiro, agosto de 2005



**Patricia Seefelder de Assis**

## **Arquitetura para Adaptação e Meta-Adaptação de Sistemas Hipermissão**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Informática da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Daniel Schwabe**  
Orientador  
PUC-Rio

**Luiz Fernando Gomes Soares**  
PUC-Rio

**Simone Diniz Junqueira Barbosa**  
PUC-Rio

**Liane Maria Azevedo Dornelles**  
UERJ

**Fernanda Lima**  
UCB

**José Eugenio Leal**  
Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 12 de agosto de 2005

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

### **Patricia Seefelder de Assis**

Concluiu o mestrado em Informática em 1991 na PUC-Rio. Graduou-se em Matemática - Modalidade Informática em 1997 na UFRJ. Faz parte do Grupo de Pesquisa ROCA - Rede Operativa de Conhecimento e Aprendizagem da UERJ. É analista de sistemas do Campus Regional de Nova Friburgo da UERJ desde 1994

#### Ficha Catalográfica

Assis, Patricia Seefelder de

Arquitetura para adaptação e meta-adaptação de sistemas hipermídia / Patricia Seefelder de Assis ; orientador: Daniel Schwabe. – Rio de Janeiro : PUC-Rio, Departamento de Informática, 2005.

130 f. ; il ; 30 cm

Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática.

Inclui bibliografia.

1. Informática – Teses. 2. Hipermídia adaptativa. 3. Modelagem. 4. Meta-adaptação. 5. Modelo do usuário. 6. Web semântica. I. Schwabe, Daniel. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título

CDD: 004

Para a Tia Jane  
(*in memoriam*),

uma grande força espiritual.

## Agradecimentos

Ao meu orientador, Daniel Schwabe, por ter discutido a formulação deste trabalho e ter me apresentado à comunidade de hipermídia adaptativa.

Ao Brusilovsky, De Bra, Nicola, Geert-Jan, Dolog, Simos, Lora, Weber, Flavius, Natasha e demais membros dessa comunidade que me acolheu. Ao Brusilovsky pelo auxílio no AH2004. À Riet van Buul pelo pôster e simpatia.

Aos membros da banca pela contribuição a este trabalho.

Aos funcionários e colegas da PUC. Particularmente à Deborah, pelas palavras de incentivo e pela ajuda presencial e virtual; e ao Demetrius pela implementação.

Ao grupo ROCA que acolheu minha pesquisa, em especial, Ira e Paulo pela confiança incondicional; e Liane, pela colaboração. Ao Sylvio, Maria Amélia e à PMNF pelo apoio inicial. Ao IPRJ que possibilitou a realização desta pesquisa.

Ao CNPq pelos auxílios concedidos.

Aos meus pais, pela educação recebida. À minha mãe pelo *notebook*, que possibilitou que a tese estivesse sempre comigo. E a todos os familiares que me acompanharam ou ajudaram das mais diversas formas, especialmente, Diva, Claudia, Otto, Mônica, Martin, Alexandre, Adriana, Mauro, Débora, Gláucia.

A todos que acolheram meu filho. Em particular, Ívina e família que o receberam sempre que precisei, dando a ele o apoio fundamental no período de aulas.

Às famílias Unger, Jauch e Duffour pelo amparo pós- e pré-congressos. A todos que me deram suporte – Valsé, Michele, Tainara, Norma, Margareth, Cristina – e aos demais amigos que acompanharam a realização deste trabalho.

Ao Glauco que, com muito amor, apoiou e agüentou até o fim. Ao Erik, por ele ser uma criança especial, independente e querida por todos, que desde os três anos teve a atenção da mãe dividida com a tese.

## Resumo

Assis, Patricia Seefelder. **Arquitetura para Adaptação e Meta-Adaptação de Sistemas Hiperímia**. Rio de Janeiro, 2005. 130p. Tese de Doutorado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este trabalho define uma arquitetura para adaptação e meta-adaptação de sistemas hiperímia, utilizando modelos propostos para a *Web Semântica*. As aplicações adaptativas são capazes de alterar algumas de suas características, tais como modelo de navegação ou de apresentação, em função de um contexto de adaptação. Este contexto pode incluir informações sobre o usuário, tais como preferências, navegações prévias, etc., e sobre o ambiente de execução, tais como dispositivo de acesso, banda passante, etc. As aplicações meta-adaptativas são capazes de alterar tanto os modelos da aplicação quanto o próprio processo de adaptação, também em função do contexto. A partir do modelo SHDM, são definidas extensões para representar o contexto de adaptação, as regras de adaptação e a arquitetura de execução deste tipo de aplicação. Através de comparações, é mostrado como os principais modelos descritos na literatura são casos particulares do modelo e da arquitetura propostos nesta dissertação.

## Palavras-chave

hiperímia adaptativa, modelagem, meta-adaptação, modelo do usuário, *Web Semântica*

## Abstract

Assis, Patricia Seefelder. **An Architecture for Adaptation and Meta-Adaptation in Hypermedia Systems**. Rio de Janeiro, 2005. 130p. Ph.D Thesis - Departamento de Informática, Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This dissertation defines an architecture for adaptation and meta-adaptation in hypermedia systems, using models proposed for the Semantic Web. Adaptive applications are able to alter some of their characteristics, such as its navigation model or presentation model, according to the adaptation context. This context may include information about the user, such as her preferences, navigation history, etc., and about the execution environment, such as access device, bandwidth, etc. Meta-adaptive applications are able to alter both its models and its adaptation process according to the adaptation context. The proposal extends the SHDM model with a context model, adaptation rules and execution architecture. It is shown, by comparison, that the major adaptation models described in the literature can be seen as particular cases of the proposed model and architecture.

## Keywords

adaptive hypermedia, modeling, meta-adaptation, user models, Semantic Web

## Sumário

1	Introdução	16
1.1.	Conceituação	16
1.2.	Hipermídia adaptativa: Principais Áreas de Aplicação	17
1.3.	Objetivos e metodologia	19
1.4.	Estrutura da Tese	20
2	Fundamentos Teóricos	22
2.1.	Hipermídia adaptativa	22
2.1.1.	Definição	22
2.1.2.	Técnicas mais utilizadas	23
2.1.3.	Principais Questões	23
2.1.4.	Meta-adaptação	28
2.2.	OOHDM e SHDM	28
2.2.1.	Modelo Conceitual	29
2.2.2.	Modelo de Navegação	29
2.2.3.	Modelo de Interface	31
2.3.	Padrões para Representação de Informações sobre Usuário	33
2.3.1.	Modelagem do Usuário	33
2.3.2.	PAPI	35
2.3.3.	IMS LIP	36
2.3.4.	CC/PP	38
2.3.5.	GUMO	40
2.3.6.	Similaridades entre os Padrões	43
3	Trabalhos Relacionados	45
3.1.	Introdução	45
3.2.	Metamodelo de referência	45
3.2.1.	Modelo do Domínio	48
3.2.2.	Modelo do Usuário e do Contexto (Ambiente) de Utilização	49
3.2.3.	Modelos de Navegação e de Apresentação	50



3.2.4. Modelo de Integração	51
3.2.5. Modelo de Adaptação	52
3.3. AHAM	53
3.3.1. Modelo do Domínio	54
3.3.2. Modelo do Usuário	55
3.3.3. Modelos de Navegação e de Apresentação	55
3.3.4. Modelo de Integração	55
3.3.5. Modelo de Adaptação	56
3.4. AHA!	56
3.4.1. Modelo do Domínio	58
3.4.2. Modelo do Usuário	58
3.4.3. Modelos de Navegação e de Apresentação	59
3.4.4. Modelo de Integração	59
3.4.5. Modelo de Adaptação	59
3.5. Interbook	60
3.5.1. Modelo do Domínio	61
3.5.2. Modelo do Usuário	61
3.5.3. Modelos de Navegação e de Apresentação	61
3.5.4. Modelo de Integração	63
3.5.5. Modelo de Adaptação	63
3.6. NetCoach	63
3.6.1. Modelo do Domínio	64
3.6.2. Modelo do Usuário	65
3.6.3. Modelos de Navegação e de Apresentação	65
3.6.4. Modelo de Integração	66
3.6.5. Modelo de Adaptação	66
3.6.6. Extensões	66
3.7. KBS	67
3.7.1. Modelo do Domínio	68
3.7.2. Modelo do Usuário	69
3.7.3. Modelos de Navegação e de Apresentação	69
3.7.4. Modelo de Integração	69
3.7.5. Modelo de Adaptação	70

3.7.6. Extensões	71
3.8. Comparação entre AHSs	71
4 Metamodelo para Adaptação e Meta-adaptação	74
4.1. Modelo Semântico: ASHDM	74
4.1.1. Modelo Conceitual	74
4.1.2. Modelo de Navegação	75
4.1.3. Modelo de Interface	82
4.1.4. Modelo do Contexto de Adaptação	85
4.1.5. Modelo de Adaptação	100
4.2. Implementação do ASHDM no AHA!	105
4.3. Meta-adaptação	110
4.4. Arquitetura de Implementação	111
4.4.1. Modelo de Adaptação do HyperDE segundo o ASHDM	112
4.4.2. Modelo de Execução	116
4.4.3. Exemplo	117
5 Conclusão	120
5.1. Contribuições	122
5.2. Trabalhos Futuros	123
6 Referências bibliográficas	126

## Lista de figuras

Figura 1 – Exemplos de AHSs voltados para informação <i>on-line</i> (Brusilovsky, 2001, p.92)	18
Figura 2 – AHSs voltados para a recuperação da informação (Brusilovsky, 2001, p.94)	19
Figura 3 – Ontologia de <i>Widgets</i> Abstratos	32
Figura 4 – Instâncias que representam os elementos concretos	32
Figura 5 – Exemplo de um perfil CC/PP (CC/PP, 2004)	39
Figura 6 – Ontologia GUMO	42
Figura 7 – Metamodelo de referência para AHSs	46
Figura 8 – Modelo do Domínio	48
Figura 9 – Modelo do Usuário e Contexto (Ambiente) de Utilização	49
Figura 10 – Modelos de Navegação e de Apresentação	51
Figura 11 – Modelo de Integração	52
Figura 12 – Funcionalidade da Aplicação	52
Figura 13 – Instanciação do metamodelo do AHAM	54
Figura 14 – Instanciação do metamodelo do AHA!	57
Figura 15 – Instanciação do metamodelo do Interbook	60
Figura 16 – Instanciação do metamodelo do NetCoach	64
Figura 17 – Instanciação do metamodelo do KBS	68
Figura 18 – Exemplo de adaptação dinâmica do conteúdo	79
Figura 19 – Relação do usuário com o contexto, o domínio e outros modelos	86
Figura 20 – Unificação do UM e da Representação do Usuário	88
Figura 21 – Exemplos de informações armazenadas nos diversos modelos	90
Figura 22 – Exemplo das informações como uma visão sobre os modelos	90
Figura 23 – Estrutura do UM: Informações Independentes do Domínio	93
Figura 24 – Exemplo de Integração entre Ontologias (Dolog&Nejdl, 2003, p.5)	96
Figura 25 – Ontologia do Modelo do Aluno (Chen & Riichiro, 2004, p.7)	99
Figura 26 – Um possível fluxo do Modelo de Execução	103
Figura 27 – Esquema conceitual para o <i>website</i> de um depto. acadêmico (Szundy,	

2004, p.87)	103
Figura 28 – Usuário escolhe professor	104
Figura 29 – Página gerada como agenda	104
Figura 30 – Página gerada como <i>portfolio</i> , com um resumo por página	105
Figura 31 – Página gerada como <i>portfolio</i> , com vários títulos por página	105
Figura 32 – Formulário de Entrada	106
Figura 33 – Tela de introdução	107
Figura 34 – Tela de navegação por menu	107
Figura 35 – Exemplo de inclusão condicional de fragmento	108
Figura 36 – Componentes da Arquitetura do HyperDE (Nunes, 2005, p.48)	111
Figura 37 – Metamodelo estendido do HyperDE, incluindo o Modelo de Adaptação segundo o ASHDM	115
Figura 38 – Exibição de resumo para um usuário cujo idioma preferencial é o português	117
Figura 39 – Exibição de <i>abstract</i> para um usuário cujo idioma preferencial é o inglês	118

## Lista de tabelas

Tabela 1 – "O quê"	25
Tabela 2 – "Em função de quê"	26
Tabela 3 – Tipos de informação do PAPI	36
Tabela 4 – Principais categorias de informações sobre usuário modeladas por vários padrões	44
Tabela 5 – Comparação de alguns AHSs	72

## Abreviaturas e siglas

ACM	<i>Adaptation Context Model / Modelo do Contexto de Adaptação</i>
AHA!	<i>Adaptive Hypermedia Architecture</i>
AHAM	<i>Adaptive Hypermedia Application Model</i>
AHS	<i>Adaptive Hypermedia System / Sistema Hipermedia Adaptativo</i>
ASHDM	<i>Adaptive Semantic Hypermedia Design Model</i>
CC/PP	<i>Composite Capabilities/Preferences Profile</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
DM	<i>Domain Model / Modelo do Domínio</i>
DSL	<i>Domain Specific Language</i>
ET	<i>Electronic Textbook / livro-texto eletrônico</i>
GUMO	<i>General User Model Ontology</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
HTTP	<i>HyperText Transfer Protocol</i>
HyperDE	<i>Hypermedia Development Environment</i>
IMS	<i>Information Management Systems</i>
IMS LIP	<i>IMS Learner Information Package</i>
IU	<i>Information Unit / Unidade de Informação</i>
KI	<i>Knowledge Item / Item de Conhecimento</i>
KM	<i>Knowledge Model / Modelo de Conhecimento</i>
NCL	<i>Nested Context Language</i>
OOHDM	<i>Object Oriented Hypermedia Design Method</i>
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
PAPI	<i>Public And Private Information</i>
PMNF	Prefeitura Municipal de Nova Friburgo
PRML	<i>Personalization Rules Modeling Language</i>
PU	<i>Project Unit / Unidade de Projeto</i>
QCL	<i>Qualifications, Certifications and Licenses</i>
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
RDFS	<i>RDF Schema</i>

SHDM	<i>Semantic Hypermedia Design Method</i>
SM	<i>Student Model / Modelo do Estudante</i>
SMIL	<i>Synchronized Multimedia Integration Language</i>
SUMO	<i>Suggested Upper Merged Ontology</i>
TG	<i>Test Group / Grupo de Testes</i>
TI	<i>Test Items / Item de Teste</i>
UM	<i>User Model / Modelo do Usuário</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UR	<i>User Representation / Representação do Usuário</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
UserML	<i>User Modeling Markup Language</i>
XHTML	<i>eXtensible Hypertext Markup Language</i>