

Débora Christina Muchaluat Saade

**Relações em Linguagens de Autoria Hiperídia:  
Aumentando Reuso e Expressividade**

**Tese de Doutorado**

**DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA**  
Programa de Pós-Graduação em Informática

Rio de Janeiro  
Março de 2003

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA  
DO RIO DE JANEIRO



**Débora Christina Muchaluat Saade**

**Relações em Linguagens de Autoria Hipermídia:  
Aumentando Reuso e Expressividade**

**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: Luiz Fernando Gomes Soares

Rio de Janeiro, março de 2003



**Débora Christina Muchaluat Saade**

**Relações em Linguagens de Autoria Hipermídia:  
Aumentando Reuso e Expressividade**

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.

**Luiz Fernando Gomes Soares**

Orientador

Departamento de Informática – PUC-Rio

**Edward Hermann Haeusler**

Departamento de Informática – PUC-Rio

**Marco Antonio Casanova**

Departamento de Informática – PUC-Rio

**Dick C. A. Bulterman**

CWI – Centrum voor Wiskunde en Informatica – Amsterdam, Holanda

**Maria da Graça Campos Pimentel**

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – USP-SC

**Ney Dumont**

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 28 de março de 2003

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

### **Débora Christina Muchaluat Saade**

Formou-se em Engenharia de Computação pela PUC-Rio em 1992. Obteve o título de Mestre em Ciências em Informática na área de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos pelo Departamento de Informática da PUC-Rio em 1996. Desde agosto de 2002 é professora no Departamento de Engenharia de Telecomunicações da Universidade Federal Fluminense. Também é professora do Curso de Pós-Graduação “Lato sensu” em Redes de Computadores da PUC-Rio. Já ministrou cursos em empresas como Embratel e Petrobras. Atuou como pesquisadora e administradora do Laboratório TeleMídia do Departamento de Informática da PUC-Rio de 1996 a 2002, trabalhou na área de informática do Banco Cindam S/A em 1995/1996, no Centro Científico Rio (CC-Rio) – IBM-Brasil em 1993/1994 e no Departamento de Informática da Esso Brasileira de Petróleo de 1992 a 1994.

#### Ficha Catalográfica

Muchaluat-Saade, Débora Christina

Relações em Linguagens de Autoria Hipermídia: Aumentando Reuso e Expressividade / Débora Christina Muchaluat Saade; orientador: Luiz Fernando Gomes Soares. - Rio de Janeiro: PUC, Departamento de Informática, 2003.

Tese de Doutorado

Inclui referências bibliográficas.

sistemas hipermídia; autoria; linguagens declarativas; relações; elos; sincronização; conectores; templates; ADL; XML; XLink

Esta tese é dedicada

aos meus pais Marco Antonio e Odete,  
pelo amor, dedicação, apoio e incentivo constantes;

às minhas filhas Jacqueline e Yasmin e ao meu marido Pierre,  
por todos os momentos roubados do nosso convívio  
dedicados à realização deste trabalho.

## Agradecimentos

Em especial, ao meu orientador Professor Luiz Fernando Gomes Soares, pela dedicação e presença constantes, pela amizade, confiança e orientação recebida durante todos esses anos de convívio.

Ao Rogério Ferreira Rodrigues, pela amizade, pela longa jornada de trabalhos em conjunto e pelas contribuições indispensáveis para a realização deste trabalho e de muitos outros.

A todos os que integram ou já integraram a equipe do Laboratório TeleMídia, pelos longos anos de convívio em um ambiente tão agradável e pelo grupo coeso de pessoas amigas e sérias em relação aos seus objetivos.

À galera da Velha Guarda do DI, pela amizade, pelo apoio e por todos os momentos maravilhosos e descontraídos nas festas, chops e comemorações.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Informática, pelos ensinamentos e pela ajuda.

Ao CNPq e à PUC-Rio, pelos auxílios concedidos.

## Resumo

Muchaluat-Saade, Débora Christina. **Relações em Linguagens de Autoria Hipermídia: Aumentando Reuso e Expressividade**. Rio de Janeiro, 2003. 215p. Tese de Doutorado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este trabalho está inserido no contexto de ambientes de autoria e execução hipermídia, sendo as linguagens declarativas para autoria de documentos o seu foco principal. Partindo de um estudo sobre linguagens de descrição de arquitetura (ADL), utilizadas para especificar arquiteturas de sistemas de software, esta tese identificou facilidades presentes em ADLs que poderiam ser aplicadas ao domínio hipermídia, com vantagens. Tendo como objetivo aumentar a expressividade e o reuso na especificação de relações em linguagens de autoria hipermídia, este trabalho introduziu o conceito de conector hipermídia, que tem função semelhante a dos conectores em ADLs, ou seja, a de representar relações entre componentes de um documento. Além de conectores, este trabalho também introduziu o conceito de template de composição hipermídia, que tem função semelhante a dos estilos arquiteturais em ADLs, ou seja, a de representar estruturas genéricas de nós e elos que podem ser reutilizadas em vários documentos distintos. Para realizar a validação dos conceitos apresentados, a versão 2.0 da linguagem de autoria hipermídia NCL – *Nested Context Language*, baseada no modelo conceitual NCM – *Nested Context Model*, foi desenvolvida e integrada ao sistema hipermídia HyperProp, incorporando as novas facilidades. A linguagem NCL 2.0 foi desenvolvida utilizando uma estrutura modular, seguindo os princípios adotados pelo W3C. Sendo assim, seus módulos para especificação de conectores e templates de composição, chamados XConnector e XTemplate respectivamente, podem ser incorporados a outras linguagens existentes, como por exemplo, XLink, XHTML e SMIL, usadas para autoria de documentos na Web. Esta tese também propõe extensões a essas linguagens, exemplificadas pela incorporação das facilidades de XConnector e XTemplate ao padrão XLink.

## Palavras-chave

sistemas hipermídia; autoria; linguagens declarativas; relações; elos; sincronização; conectores; templates; ADL; XML; XLink

## Abstract

Muchaluat-Saade, Débora Christina. **Relations in Hypermedia Authoring Languages: Improving Reuse and Expressiveness**. Rio de Janeiro, 2003. 215p. Ph.D. Thesis - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This work is related to hypermedia authoring and execution environments, and its main focus is declarative document authoring. Starting from studies about architectural description languages (ADL), which are used for specifying software system architectures, this thesis identified facilities found in ADLs that could be applied to the hypermedia domain, with advantages. Aiming at improving the expressiveness and reuse in the specification of relations in hypermedia authoring languages, this work introduced the concept of hypermedia connector, which has a role similar to ADL connectors, that is, representing relations among components of a document. Besides connectors, this work also introduced the concept of hypermedia composite template, which has a role similar to architectural styles in ADLs, that is, representing generic structures of nodes and links that can be reused in several distinct documents. As a validation of the proposed concepts, the 2.0 version of the NCL – *Nested Context Language* – hypermedia authoring language, based on the NCM – *Nested Context Model* – conceptual model, was developed and integrated to the HyperProp hypermedia system, incorporating the new facilities. The NCL 2.0 language was developed using a modular structure, following the principles adopted by the W3C – *World-Wide Web Consortium*. Thus, its modules for the specification of connectors and templates, respectively called XConnector and XTemplate, can be incorporated to other existent languages, such as XLink, XHTML and SMIL, used for web document authoring. This thesis also proposes extensions to these languages, exemplified by the incorporation of XConnector and XTemplate facilities into the XLink standard.

## Keywords

hypermedia systems; authoring; declarative languages; relations; links; synchronization; connectors; templates; ADL; XML; XLink



## Sumário

1	Introdução	17
1.1	Objetivos	25
1.2	Organização da Tese	28
2	Linguagens de Autoria Hiperímia e Linguagens de Descrição de Arquitetura de Software	30
2.1	Linguagens de Descrição de Arquitetura	32
2.2	Comparando ADLs e HALs	35
2.2.1	Interface de Componentes	35
2.2.2	Conectores	36
2.2.2.1	Cardinalidade de Conectores	36
2.2.2.2	Conectores como Entidades de Primeira Classe	36
2.2.2.3	Interface de Conectores	39
2.2.2.4	Ligação Direta entre Conectores	40
2.2.2.5	Conectores Compostos	41
2.2.3	Mapeamentos entre Interfaces de Elementos Aninhados	42
2.2.4	Estilos Arquiteturais e Restrições	43
2.3	O Metamodelo Estrutural	45
2.4	Representando Estruturas Hiperímia com o Metamodelo	48
2.5	Aplicando o Conceito de Estilo Arquitetural em Linguagens de Autoria Hiperímia	55
2.6	Possíveis Contribuições de HALs para ADLs	58
3	Linguagem NCL versão 2.0	60
3.1	Documentos Hiperímia no Modelo NCM	61
3.2	Modularização da linguagem NCL 2.0	64
3.2.1	Área Funcional <i>Structure</i>	65
3.2.2	Área Funcional <i>Components</i>	66

3.2.3	Área Funcional <i>Interfaces</i>	66
3.2.4	Área Funcional <i>Linking</i>	68
3.2.5	Área Funcional <i>Connectors</i>	69
3.2.6	Área Funcional <i>Composite Templates</i>	70
3.2.7	Área Funcional <i>Timing</i>	71
3.2.8	Área Funcional <i>Layout</i>	71
3.2.9	Área Funcional <i>Presentation Specification</i>	72
3.2.10	Área Funcional <i>Presentation Control</i>	73
3.2.11	Área Funcional <i>Metainformation</i>	75
3.3	Perfil de Linguagem NCL 2.0 <i>Language Profile</i>	75
3.4	Exemplos de Outros Perfis de Linguagem Agrupando Módulos de NCL 2.0	78
4	Módulo XConnector	80
4.1	Extensões ao padrão XLink	89
4.1.1	Estendendo o padrão XLink com XConnector	92
4.2	Extensões em Outras Linguagens	96
5	Módulo XTemplate	97
5.1	Especificando o Vocabulário de um Template	99
5.2	Especificando o Conjunto de Restrições de um Template	100
5.3	Outras Considerações sobre Templates de Composição	102
5.4	Exemplo de Uso de Templates de Composição	105
5.5	Extensões ao padrão XLink	111
5.6	Extensões em Outras Linguagens	113
6	Implementação no Sistema HyperProp	115
6.1	Conectores Hipermissão no Sistema HyperProp	117
6.2	Parsers para Documentos NCL 2.0	123
6.3	Processador de Templates de Composição	126
7	Conclusões	135
7.1	Comparação com Trabalhos Relacionados	135

7.1.1	Tratamento de Relações em Linguagens/Modelos Hipermídia	135
7.1.1.1	Relações Compostas por Nós e Elos	137
7.1.2	Definição de Elos	137
7.1.3	Extensões ao padrão XLink	138
7.1.4	Composições Hipermídia com Semântica Embutida	139
7.1.5	Uso de Templates para Autoria Hipermídia	141
7.1.6	Restrições em documentos XML	142
7.1.7	Linguagem NCL 2.0	144
7.2	Contribuições da Tese	147
7.3	Trabalhos Futuros	151
8.	Referências Bibliográficas	155
9	Apêndice A	165
9.1	Especificação da Linguagem XConnector em XML Schema	165
10	Apêndice B	173
10.1	Exemplo de Base de Conectores com Relações Temporais de Allen	173
11	Apêndice C	177
11.1	Especificação da Linguagem XTemplate em XML Schema	177
12	Apêndice D	180
12.1	Especificação das Áreas Funcionais de NCL 2.0 em XML Schema	180
12.1.1	Áreas Funcionais e Módulos NCL 2.0	180
12.1.2	Área Funcional <i>Structure</i>	181
12.1.3	Área Funcional <i>Components</i>	182
12.1.4	Área Funcional <i>Interfaces</i>	183
12.1.5	Área Funcional <i>Linking</i>	186
12.1.6	Área Funcional <i>Connectors</i>	187
12.1.7	Área Funcional <i>Composite Templates</i>	188

12.1.8	Área Funcional <i>Timing</i>	189
12.1.9	Área Funcional <i>Layout</i>	189
12.1.10	Área Funcional <i>Presentation Specification</i>	191
12.1.11	Área Funcional <i>Presentation Control</i>	192
12.2	Perfil NCL 2.0 <i>Language Profile</i>	194
12.3	Especificação dos módulos de NCL 2.0 em XML Schema	202
12.3.1	<i>Structure Module</i>	202
12.3.2	<i>BasicMedia Module</i>	203
12.3.3	<i>BasicComposite Module</i>	204
12.3.4	<i>MediaInterface Module</i>	205
12.3.5	<i>CompositeInterface Module</i>	205
12.3.6	<i>AttributeInterface Module</i>	206
12.3.7	<i>SwitchInterface Module</i>	207
12.3.8	<i>Linking Module</i>	207
12.3.9	<i>CompositeConnector Module</i>	208
12.3.10	<i>XTemplateUse Module</i>	209
12.3.11	<i>BasicTiming Module</i>	210
12.3.12	<i>BasicLayout Module</i>	210
12.3.13	<i>BasicDescriptor Module</i>	211
12.3.14	<i>CompositeDescriptor Module</i>	212
12.3.15	<i>TestAttributes Module</i>	213
12.3.16	<i>ContentControl Module</i>	213
12.3.17	<i>DescriptorControl Module</i>	214

## Lista de figuras

Figura 1. Componentes de um ambiente de autoria e execução de documentos hipermídia.	17
Figura 2. Definição de interações entre componentes em configurações distintas	42
Figura 3. Elo entre nós contidos em composições distintas	43
Figura 4. Exemplo de uma estrutura simples	45
Figura 5. Exemplos de componente e conector compostos	46
Figura 6. Vértices compostos, binds e maps	47
Figura 7. Exemplo de elos distintos usando o mesmo conector hipermídia	50
Figura 8. Exemplo de documento hipermídia com elos entre componentes contidos em composições distintas	51
Figura 9. Exemplo de documento hipermídia usando um conector hipermídia composto	53
Figura 10. Uso de um template de composição com semântica temporal seqüencial	56
Figura 11. Exemplo de elos usando o mesmo conector R	80
Figura 12. Máquina de estados de um evento	82
Figura 13. Exemplo de elo estendido XLink	90
Figura 14. Conector representando uma regra de navegação XLink com atributos <i>actuate</i> ="onRequest" e <i>show</i> ="replace"	93
Figura 15. Exemplo de elo usando a extensão XLink/XConnector	94
Figura 16. Visões estrutural e temporal de uma mesma composição hipermídia	98
Figura 17. Exemplo of vocabulário de um template	100
Figura 18. Exemplo de restrições de um template	101
Figura 19. Exemplo de definição de instâncias de componentes em um template	101

Figura 20. Exemplo de definição de elos em um template	102
Figura 21. Composição paralela representada por elos	103
Figura 22. Template de composição <i>par</i>	103
Figura 23. Composição paralela (a) terminada por um componente específico; (b) terminada pelo primeiro; (c) terminada pelo último	104
Figura 24. Templates de composição <i>par-sync</i> , <i>par-first</i> e <i>par-last</i>	104
Figura 25. Template de composição “audio-with-subtitles”	106
Figura 26. Documento NCL usando o template de composição “audio-with-subtitles”	107
Figura 27. Documento NCL final gerado após o processamento do template “audio-with-subtitles”	109
Figura 28. Visão estrutural do documento final no sistema HyperProp	109
Figura 29. Primeira tela da apresentação do documento “samba-document”	110
Figura 30. Segunda tela da apresentação do documento “samba-document”	110
Figura 31. Terceira tela da apresentação do documento “samba-document”	110
Figura 32. Exemplo de elemento XLink do novo tipo <i>template</i>	112
Figura 33. Exemplos de dois elos estendidos reusando o mesmo template “courseload-template”	113
Figura 34. Diagrama de classes para entidade conector hiperímia	118
Figura 35. Diagrama de classes para papéis do tipo ação, condição e propriedade	119
Figura 36. Diagrama de classes para <i>glue</i> do tipo restrição	120
Figura 37. Diagrama de classes para <i>glue</i> do tipo causal	121
Figura 38. Diagrama de classes para entidade elo	122
Figura 39. Processo declarativo de autoria no sistema HyperProp	123
Figura 40. Estrutura do Parser NCL	124
Figura 41. Diagrama de atividades do HXML_ConnectorBaseParser	126
Figura 42. Processamento de documentos NCL com templates de composição	127

Figura 43. Classe HXML_TemplateProcessor	128
Figura 44. Diagrama de atividades do método <i>process</i>	129
Figura 45. Diagrama de atividades do método <i>processComposite</i>	129
Figura 46. Diagrama de atividades do método <i>includeLinks</i>	132
Figura 47. Diagrama de atividades do método <i>verifyConstraints</i>	133
Figura 48. Estrutura detalhada do futuro processador de templates de composição	133
Figura 49. Processamento de especificações XCSL	143

## Lista de tabelas

Tabela 1. Resumo de características de algumas ADLs	34
Tabela 2. Área Funcional <i>Structure</i>	75
Tabela 3. Área Funcional <i>Components</i>	76
Tabela 4. Área Funcional <i>Interfaces</i>	76
Tabela 5. Área Funcional <i>Linking</i>	76
Tabela 6. Área Funcional <i>Connectors</i>	76
Tabela 7. Área Funcional <i>Composite Templates</i>	77
Tabela 8. Área Funcional <i>Layout</i>	77
Tabela 9. Área Funcional <i>Presentation Specification</i>	77
Tabela 10. Área Funcional <i>Presentation Control</i>	77
Tabela 11. Nomes das transições para a máquina de estados de um evento	83
Tabela 12. Exemplo de conector de restrição	86
Tabela 13. Valores para qualificadores de papéis	87
Tabela 14. Exemplo de conector causal	88