

177482-0

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE INFORMÁTICA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**HMT: MODELAGEM E PROJETO  
DE APLICAÇÕES HIPERMÍDIA**

Por  
**Fábio Nemetz**

Dissertação submetida à avaliação, como requisito parcial  
para obtenção do grau de  
Mestre em Ciência da Computação

Prof. Dr. José Valdeni de Lima  
Orientador

Porto Alegre, julho de 1995.

UFRGS  
INSTITUTO DE INFORMÁTICA  
BIBLIOTECA

## CIP - CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Nemetz, Fábio

HMT: Modelagem e Projeto de Aplicações Hipermedia / Fábio Nemetz. - Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1995.

126 p.: il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Porto Alegre, BR-RS, 1995. Orientador: Lima, José Valdeni de.

1. Hipermedia. 2. Hipertexto. 3. Multimídia 4. Modelagem conceitual. 5. Modelos de Dados. I. Lima, José Valdeni de. II. Título

UFRGS INSTITUTO DE INFORMÁTICA BIBLIOTECA			
N.º CHAMADA 681.32.074 (043) N433H		N.º REG.: 4175	
ORIGEM: ①		DATA: 31.01.97	
FUNDO: II		PREÇO: R\$ 30,00	
FORM.:		II	

*Automação de Escritórios - 580*  
*Automação: Escrito*  
*nos*  
*multimídia*  
*hipertexto*  
*modelagem conceitual*  
*modelos: dados*  
 CNPq 1.03.03.00-6

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

**Reitor: Prof. Hélgio Trindade**

**Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação: Prof. Cláudio Scherer**

**Diretor do Instituto de Informática: Prof. Roberto Tom Price**

**Coordenador do CPGCC: Prof. José Palazzo Moreira de Oliveira**

**Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Zita Prates**



SABi



UFRGS

05225816

*"The important thing is not to stop questioning. Curiosity has its own reason for existing.*

*One cannot help but be in awe when he contemplates the mysteries of eternity, of life, of the marvelous structure of reality. It is enough if one tries to comprehend a little of this mystery every day.*

*Never lose a holy curiosity."*

Albert Einstein

*"A transformação atual é tão rápida e inexorável nas tecnossociedades que as verdades de ontem se tornam subitamente as ficções de hoje, e os membros mais altamente qualificados e inteligentes da sociedade admitem ter dificuldade para acompanhar a avalanche de novos conhecimentos."*

Alvin Toffler, Choque do Futuro

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à pessoa mais importante que conheci durante a realização deste trabalho, que veio a se tornar minha esposa: ALINE. Obrigado pela paciência, conselhos, incentivo e sobretudo pelo carinho e amor, enquanto eu lutava com palavras e conceitos para atingir objetivos.

AO CNPq pelo auxílio financeiro recebido em forma de bolsa.

Aos professores do CPGCC, em especial ao meu orientador, Prof. Valdeni, pela amizade, pelo apoio e pelas valiosas sugestões que muito me auxiliaram na elaboração deste trabalho.

Ao Altair pela ajuda e enorme paciência com o desenvolvimento do protótipo.

Ao Prof. Sérgio Gonzaga por emprestar seus conhecimentos de literatura para a elaboração da aplicação hipermídia, e ao pessoal do Instituto Estadual do Livro, em especial à Sílvia, pelo empréstimo de verdadeiras raridades da literatura gaúcha. Obrigado pela confiança e por acreditarem no meu trabalho.

Aos diversos amigos que fiz no Instituto de Informática (não cito nomes para evitar esquecimentos). Aos funcionários do Instituto que lutam diariamente para que possamos trabalhar com tranquilidade.

Representando minha família, que tanto gosto, envio um agradecimento especial à minha irmã caçula Lisi.

Por fim, dedico este trabalho aos meus pais, Isaac e Gilda, que tanto amo. Obrigado pelo apoio, incentivo e, especialmente, pela formação que me proporcionaram. Vocês são únicos !

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>13</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>14</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>16</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>2. APLICAÇÕES HIPERMÍDIA.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Hipertexto .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2 Hipermídia .....</b>	<b>23</b>
<b>2.3 Nós, elos, âncoras e navegação .....</b>	<b>24</b>
<b>2.4 Interface e Estruturas de Acesso .....</b>	<b>25</b>
<b>2.5 Hiperbase .....</b>	<b>25</b>
<b>2.6 Aplicações Hipermídia.....</b>	<b>25</b>
<b>2.7 Leitor x Usuário .....</b>	<b>26</b>
<b>3. PROBLEMAS IDENTIFICADOS.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1 Desorientação.....</b>	<b>27</b>
3.1.1 Roteiros Guiados .....	29
3.1.2 'Backtrack' .....	31
3.1.3 'Backtrack' generalizado.....	31
3.1.4 'Bookmarks' .....	31
3.1.5 Mapas .....	31
3.1.6 Informações de Identidade Visual.....	32
3.1.7 Recuperação de Informações.....	33
<b>3.2 Falta de entendimento da estrutura.....</b>	<b>34</b>
<b>3.3 Baixo nível de abstração do modelo de nós e elos.....</b>	<b>34</b>
3.3.1 O modelo de referência Dexter.....	35
<b>4. ESTADO DA ARTE.....</b>	<b>37</b>

<b>4.1 HDM.....</b>	<b>38</b>
4.1.1 Componentes, Unidades e Perspectivas .....	39
4.1.2 Entidades e Tipos de Entidade.....	40
4.1.3 Elos, Tipos de Elo e “Webs” .....	41
4.1.4 Esquemas de Tipos e de Instâncias .....	42
4.1.5 Semântica de Navegação.....	42
<b>4.2 EORM.....</b>	<b>43</b>
<b>4.3 HDM2.....</b>	<b>44</b>
<b>4.4 RMD.....</b>	<b>45</b>
4.4.1 O modelo de dados RMD.....	45
4.4.2 A metodologia RMD.....	49
<b>4.5 OOHDM.....</b>	<b>52</b>
4.5.1 Projeto do Modelo Conceitual.....	53
4.5.2 Projeto Navegacional .....	54
4.5.3 Projeto da Interface Abstrata.....	56
4.5.4 Implementação.....	56
<b>4.6 Análise das propostas .....</b>	<b>56</b>
<b>5. PROPOSTA: HMT.....</b>	<b>59</b>
<b>5.1 Introdução.....</b>	<b>59</b>
<b>5.2 Classes de Aplicações e Escopo do HMT .....</b>	<b>60</b>
5.2.1 A classificação de Conklin.....	61
5.2.2 A Classificação de Rada .....	62
5.2.3 Abrangência do HMT .....	62
<b>5.3 O Modelo de Objetos.....</b>	<b>63</b>
<b>5.4 O Modelo de HiperObjetos .....</b>	<b>66</b>
5.4.1 Novas associações e classes .....	67
5.4.2 Mídias.....	68
5.4.3 Classes Abstratas .....	68
<b>5.5 O Modelo Navegacional.....</b>	<b>69</b>
5.5.1 Cardinalidade .....	70
5.5.2 Direção da associação e ‘backtrack’ .....	71

5.5.3 Elos .....	71
5.5.4 Estruturas de acesso: Índices e Roteiros Guiados .....	72
<b>5.6 Modelo de Interface .....</b>	<b>73</b>
5.6.1 'Layout' de Tela .....	73
5.6.2 Aparência dos Objetos .....	74
5.6.3 Identidade Visual .....	74
<b>6. UTILIZAÇÃO DO HMT NO DESENVOLVIMENTO DE UMA</b>	
<b>    APLICAÇÃO HIPERMÍDIA.....</b>	<b>76</b>
<b>6.1 Descrição da Aplicação .....</b>	<b>76</b>
<b>6.2 O Modelo de Objetos .....</b>	<b>77</b>
6.2.1 Classes de Objetos .....	77
6.2.2 Associações .....	78
6.2.3 Atributos.....	78
6.2.4 Simplificação do Modelo.....	80
<b>6.3 O Modelo de HiperObjetos .....</b>	<b>80</b>
<b>6.4 O Modelo de Navegação .....</b>	<b>86</b>
6.4.1 Contextos de Navegação.....	88
6.4.2 Navegação Sensível ao Contexto.....	90
6.4.3 Navegação Livre de Contexto .....	92
6.4.4 Tipos de Elos e de Estruturas de Acesso .....	92
6.4.5 Pontos de Entrada.....	95
6.4.6 Diagrama de Navegação.....	95
<b>6.5 O Modelo de Interface .....</b>	<b>96</b>
<b>6.6 A Implementação .....</b>	<b>97</b>
6.6.1 A preparação dos conteúdos .....	98
6.6.2 A preparação do 'layout' .....	99
6.6.3 A navegação .....	100
<b>6.7 Conclusões.....</b>	<b>103</b>
<b>7. CONCLUSÕES, CONTRIBUIÇÕES E TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>114</b>
<b>7.1 Contribuições .....</b>	<b>115</b>
<b>7.2 Trabalhos Futuros .....</b>	<b>115</b>

**8. BIBLIOGRAFIA ..... 117**  
**9. OUTRAS FONTES DE CONSULTA ..... 126**

**LISTA DE ABREVIATURAS**

HDM	Hypermedia Design Model
EORM	Enhanced Object-Relationship Model
RMD	Relationship Management Design
OOHDM	Object-Oriented Hypermedia Design Model
OMT	Object Modeling Technique
HMT	Hypermedia Modeling Technique
E-R	Entidades e Relacionamentos
CD-ROM	Compact Disc - Read Only Memory

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Exemplo de um hipertexto.....	22
Figura 2.2: Hipermídia como extensão de hipertexto .....	23
Figura 2.3 Exemplo de um hipertexto.....	24
Figura 3.1 Exemplo de um roteiro guiado com sete nós.....	30
Figura 3.2 Pesquisa contendo ocorrências de um termo.....	33
Figura 3.3 Nós, elos e âncoras no Modelo Dexter .....	36
Figura 4.1: Um componente em duas perspectivas .....	40
Figura 4.2 Entidade “Leonardo da Vinci” e seus componentes .....	40
Figura 4.3 Tipo de elo aplicativo <i>pintou</i> .....	41
Figura 4.4 Esquema parcial da aplicação ‘Art Gallery’.....	42
Figura 4.5 Abordagem EORM para construção de aplicação hipermídia.....	43
Figura 4.6 Associação <i>Pintou</i> entre as classes <i>Pintor</i> e <i>Pintura</i> .....	44
Figura 4.7 Hierarquia de classes de elos .....	44
Figura 4.8 Conceitos do RMD baseados no HDM2.....	46
Figura 4.9 Tipos de Componentes.....	46
Figura 4.10 Estruturas de Acesso.....	46
Figura 4.11 Web de Roteiro Guiado condicional e uma instância.....	47
Figura 4.12 Web de índice condicional e uma instância.....	48
Figura 4.13 Web de roteiro guiado indexado condicional e uma instância .....	48
Figura 4.14 Web de índice condicional para todas <i>pinturas</i> de um <i>pintor</i> .....	49
Tabela 4.3 Os sete passos da metodologia RMD .....	49
Figura 4.15 Diagrama de Entidade para <i>Pintor</i> .....	50
Figura 4.16 Navegação para os componentes da entidade <i>Pintor</i> .....	51
Figura 4.17 Navegação entre as entidades <i>Pintor</i> e <i>Pintura</i> .....	51
Figura 4.18 Uso de agrupamentos para acesso por nome ou por cronologia .....	52
Figura 4.19 Parte de um modelo conceitual OOADM para uma aplicação do tipo informações acadêmicas .....	53
Figura 4.20 Classe de nó <i>Departamento</i> .....	54
Figura 4.21 Definição da Estrutura de Acesso Índice de Departamentos.....	55

Figura 4.22 Nó de composição Catálogo de Departamentos.....	55
Figura 4.23 Diagrama de Navegação.....	56
Figura 5. 1 Passagem do Domínio da Aplicação para a Representação do Domínio da Solução.....	60
Figura 5.2 Notação para Classe e Associação.....	63
Figura 5.3 Notação para Cardinalidade das Associações.....	64
Figura 5.4 Notação para Generalização.....	64
Figura 5.5 Notação para Agregação.....	64
Figura 5.6 Notação para Atributos da Associação.....	65
Figura 5.7 Notação para Associação Ternária.....	65
Figura 5.8 Notação para Associação como classe.....	65
Figura 5.9 Adição de uma associação desejada.....	68
Figura 5.10 Classe de mídia.....	68
Figura 5.11 Exemplo de classe abstrata e concreta.....	69
Figura 5.12 Uma pintura em dois contextos.....	70
Figura 5.13 Diagrama de Navegação.....	73
Figura 5.14 ‘Layout’ de tela básico.....	74
Figura 6.1 Classes identificadas para a aplicação “Ficção no RS”.....	77
Figura 6.2 Modelo de objetos com associações.....	78
Figura 6.3 Modelo de objetos com atributos.....	79
Figura 6.4 Simplificação de uma parte do modelo de objetos.....	80
Figura 6.5 Adicionando caminhos de acesso desejados.....	83
Figura 6.6 Adicionando as diferentes mídias.....	85
Figura 6.7 Definindo as classes abstratas.....	86
Figura 6.8 Definindo os contextos de navegação.....	89
Figura 6.9 Exemplo de navegação Sensível ao Contexto.....	91
Figura 6.10 Outro exemplo de navegação Sensível ao Contexto.....	92
Figura 6.11 Classe de elo simples.....	93
Figura 6.12 Identificando os Pontos de Entrada.....	95
Figura 6.13 Diagrama de Navegação.....	96
Figura 6.14.....	104

Figura 6.15 .....	105
Figura 6.16 .....	106
Figura 6.17 .....	107
Figura 6.18 .....	108
Figura 6.19 .....	109
Figura 6.20 .....	110
Figura 6.21 .....	111
Figura 6.22 .....	112
Figura 6.23 .....	113
Figura 7.1 Objetos anotáveis .....	116

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.2 Semântica da associação <i>Pintou</i> definida pela classe <i>Elo_Roteiro_Guiado</i>	44
Tabela 5.1 Tabela de Associações .....	71
Tabela 5.2 Tabela de associações com tipos de elos e estruturas de acesso .....	72
Tabela 6.1 Tabela de associações .....	87
Tabela 6.2 Classes e seus respectivos contextos .....	89
Tabela 6.3 Tabela de associações com tipos de elos e estruturas de acesso .....	94

## RESUMO

Após três décadas de pesquisa em hipermídia, muitos problemas identificados ainda não foram totalmente solucionados. Problemas relacionados com desorientação, sobrecarga cognitiva, qualidade de interface, interatividade e estruturação dos componentes dos sistemas hipermídia, são alguns que merecem ser citados. Particularmente, o problema clássico de desorientação do usuário recebeu maior atenção. Várias propostas de solução já foram sugeridas: uso de roteiros guiados em substituição à navegação, retorno ao nó anterior ('backtrack'), histórico de nós visitados, marcas de livro ('bookmarks'), mapas globais e locais, visões olho-de-peixe, metáforas, folheadores ('browsers'), entre outras.

Se observa também que o avanço tecnológico permite que cada vez mais as aplicações incluam dados multimídia. Esta tendência mostra a necessidade urgente do surgimento de novas técnicas de modelagem de aplicações hipermídia que diminuam os problemas citados anteriormente.

Desta forma, se pretende com a presente dissertação, propor uma técnica de modelagem de aplicações hipermídia, capaz de diminuir os problemas de desorientação do usuário e também de facilitar a identificação das estruturas compreensíveis que interligarão os componentes da aplicação.

A técnica de modelagem aqui proposta - HMT ('Hypermedia Modeling Technique') - utiliza quatro modelos para descrever uma aplicação: o *modelo de objetos* descreve os objetos do domínio da aplicação e seus relacionamentos; o *modelo de hiperobjetos* refina o modelo de objetos, adicionando maior semântica aos relacionamentos; o *modelo de navegação* descreve os elos e estruturas de acesso e o *modelo de interface* contém as descrições sobre como o usuário irá perceber os objetos hipermídia.

A técnica HMT se baseou no levantamento dos problemas relevantes às aplicações hipermídia e principalmente na análise das propostas e dos principais trabalhos encontrados na literatura.

Finalmente, reforçando a viabilidade das idéias, foi feita a modelagem, projeto e implementação da aplicação hipermídia sobre literatura no Rio Grande do Sul, sob a forma de CD-ROM : Enciclopédia da Literatura Rio-Grandense.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hipermídia, Hipertexto, Multimídia, Modelagem Conceitual, Modelos de Dados.

**TITLE:** "HMT: HYPERMEDIA APPLICATIONS MODELING AND DESIGN".

## **ABSTRACT**

After three decades of hypermedia research a great number of identified problems still remain without a total solution. Problems related to disorientation, cognitive overhead, interface, interaction and structure of hypermedia applications components are some of the main problems. The classical user disorientation problem has been the main focus of the attention. Many solution proposals have been suggested: the use of guided tours replacing navigation, backtrack, history mechanisms, bookmarks, global and local maps, fisheye views, metaphors, browsers, among others.

We note that the technological advance allows the construction of applications that include multimedia data. This shows us that new modeling techniques for hypermedia applications are required to reduce the problems cited above.

In this dissertation, we intend to propose a modeling technique for hypermedia applications, capable of reducing both the user disorientation problem and the identification of comprehensible structures that will link the components of the application.

This modeling technique - the HMT (Hypermedia Modeling Technique) - uses four models to describe an application: the object model describes the objects of the application domain and their relationships; the hyperobject model enhances the object model, adding more semantics to the relationships; the navigation model describes the access structures and the interface model contains the descriptions of how the user will perceive the hypermedia objects.

The HMT technique was based on the relevant problems related to hypermedia applications and mainly on the analysis of the proposals and related research found in the literature.

Finally, reinforcing the viability of the proposed ideas, an application was modeled, designed and implemented: the CD-ROM “Enciclopédia da Literatura Rio-Grandense” which deals with literary information.

**KEYWORDS:** Hypermedia, Hypertext, Multimedia, Conceptual Modeling, Data Models.

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de aplicações hipermídia não é uma tarefa trivial. Costuma resultar em aplicações grandes e complexas, que devem atender a requisitos de qualidade e devem ser de fácil manutenção. E devido à ausência de metodologias de desenvolvimento para se projetar tais aplicações, normalmente o desenvolvimento é lento e difícil de ser gerenciado, freqüentemente produzindo aplicações que são também de difícil utilização e manutenção [ISA 94a].

Mas estes problemas não são exatamente os mesmos que existem no desenvolvimento de software tradicional ? A resposta é SIM. Os problemas são os mesmos. Sendo assim, então se pode utilizar todo conhecimento sobre engenharia de software que se obteve nas últimas décadas, e os problemas estarão resolvidos<sup>1</sup> ? SIM e NÃO. É claro que se pode aplicar à hipermídia muito do conhecimento disponível a respeito do desenvolvimento de software em geral. Porém algumas particularidades restritas às aplicações hipermídia impedem uma resposta 100% afirmativa para a indagação acima. Estas particularidades são:

- interatividade e navegação;
- aspectos visuais (interface com usuário);
- multidisciplinaridade devida ao uso da multimídia.

Pode-se então adaptar alguma metodologia existente para o desenvolvimento de software clássico, levando em consideração os aspectos supracitados. Utiliza-se o conhecimento, a maturidade e a experiência que se tem com o software tradicional, adicionando-se os aspectos relacionados com a hipermídia em específico. Esta tem sido a estratégia recente das propostas encontradas na literatura sobre o desenvolvimento de aplicações hipermídia [GAR 91, GAR 90, GAR 93, SCH 92, SCH 93, LAN 94, LAN 94a, BAL 94, ISA 94].

---

<sup>1</sup> É evidente que à medida em que os softwares se tornam mais complexos, algumas soluções se tornam ineficazes, exigindo um permanente reestudo de todo ciclo de desenvolvimento de software.

Um dos principais benefícios que o uso de uma metodologia pode trazer tem relação com o problema de desorientação do usuário. A maior parte das propostas para solucionar este problema encontradas na literatura se concentra somente em aspectos visuais ou em orientação e auxílio à navegação. Como exemplo, pode-se citar mapas globais e locais, visões olho-de-peixe, metáforas, uso de roteiros guiados em substituição à navegação, 'backtrack', histórico de nós visitados, 'bookmarks' e 'browsers'. Porém o uso dessas técnicas não garante uma organização coerente da rede de hipertexto. Além disto, normalmente estas soluções exigem um esforço de construção e de manutenção muitos grandes.

Este trabalho tem como objetivo principal a criação de um método de modelagem e projeto voltado para aplicações hipermedia. O método recebeu o nome de *HMT*: 'Hypermedia Modeling Technique'. Para fazer a verificação da sua aplicabilidade, utiliza-se o HMT no desenvolvimento de um protótipo.

O capítulo 2 retoma de modo resumido os principais conceitos de hipertexto e hipermedia, como nós, elos, âncoras e hiperbase, que são utilizados no decorrer do texto.

No capítulo 3, são discutidos os principais problemas que existem no desenvolvimento de aplicações e na utilização das mesmas. O problema da desorientação é visto em mais detalhe devido a sua importância.

Após, no capítulo 4, faz-se um levantamento das principais propostas relacionadas com o desenvolvimento de aplicações hipermedia que refletem o estado da arte nesta área.

Faz-se então a apresentação da técnica HMT no capítulo 5.

O capítulo 6 contém a utilização do HMT para a modelagem e projeto de uma aplicação sobre a literatura gaúcha e os resultados obtidos com a implementação. Neste capítulo, é possível verificar como os conceitos do HMT são mapeados na aplicação propriamente dita.

As conclusões do trabalho, bem como as contribuições e possíveis extensões estão no capítulo 7.

À medida em que é utilizado, o HiMT deve evoluir para uma metodologia completa, envolvendo todo o ciclo de vida do desenvolvimento de aplicações hipermídia. Além disto, deve ser estendido para contemplar um maior leque de classes de aplicações.

## 2 APLICAÇÕES HIPERMÍDIA

Por se tratar de uma área de conhecimento relativamente nova, a hipermídia ainda necessita de definições mais precisas e menos ambíguas. Como exemplo, pode-se citar o conceito de nó que, em determinado contexto ou ambiente, pode significar uma unidade de informação ou, em outro contexto, uma tela percebida pelo usuário. Será feita, então, uma breve descrição dos conceitos utilizados neste trabalho.

### 2.1 Hipertexto

A origem do termo *hipertexto* remonta a década de 60. Inspirado pelas idéias originais de Bush [BUS 45], de que a mente humana funciona por associações, o termo foi cunhado por Ted Nelson [MAR 93, CON 87] para significar texto não-linear. Enquanto um texto possui apenas uma dimensão - a linear - um hipertexto possui mais de uma dimensão - as relações entre os textos. Um exemplo<sup>2</sup> de hipertexto sobre literatura gaúcha pode ser visto na figura 2.1, onde um tópico faz referências a outros. O usuário decide quais os tópicos que deseja consultar e em que ordem consultar; pode voltar para o mesmo tópico ou avançar de acordo com o seu interesse.

No exemplo da figura 2.1, uma utilização típica seria a de um usuário que, por exemplo, deseja se informar a respeito do escritor gaúcho *Érico Veríssimo*. Ele seleciona o escritor e percebe que o mesmo tem alguma relação com *Cyro Martins* e que ambos fazem parte do *Romance de 30*. Ainda por associação, o usuário se interessa por conhecer o romance *O Tempo e o Vento* e por ler um trecho do referido livro.

---

<sup>2</sup> Este exemplo será visto em detalhes nos capítulos 6 e 7.

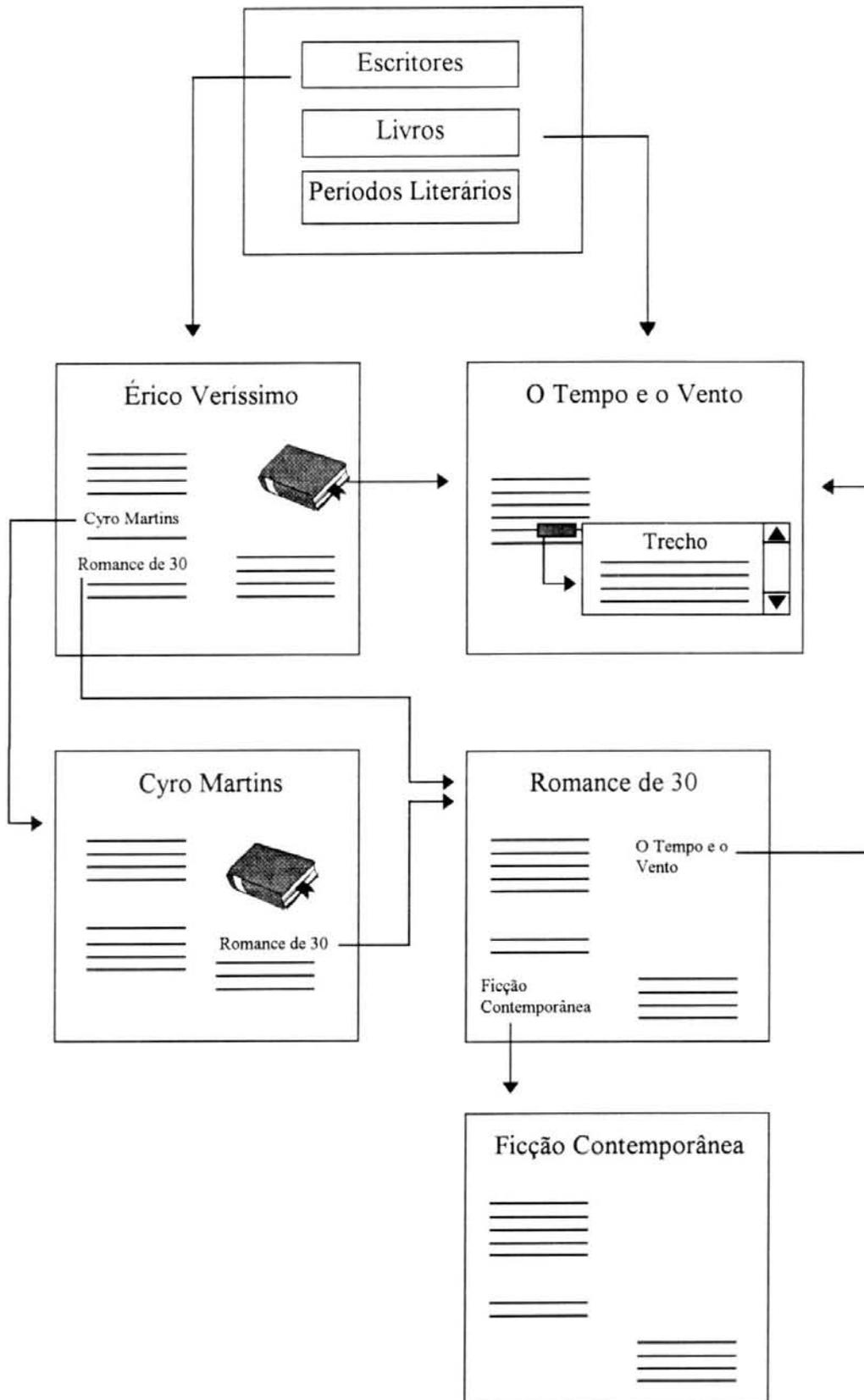


Figura 2.1 Exemplo de um hipertexto

Apesar de poder-se pensar nas enciclopédias tradicionais em papel como exemplos de hipertexto, a rigor o termo hipertexto, como concebido pelo seu criador, Ted Nelson, inclui, em sua definição, o uso de um sistema de computador. Nelson citado por [CON 87] afirma que:

*“... hipertexto é uma combinação de texto em linguagem natural com a capacidade do computador para saltos interativos, ou apresentação dinâmica... de um texto não-linear ... o qual não pode ser impresso convenientemente<sup>3</sup> em uma página convencional”.*

## 2.2 Hipermídia

A *hipermídia* é considerada como uma extensão ao conceito de hipertexto, adicionando-se a capacidade multimídia (figura 2.2). Em outras palavras, além do texto, utilizam-se outras mídias como imagem em movimento ou estática, som, animação, gráfico, etc.

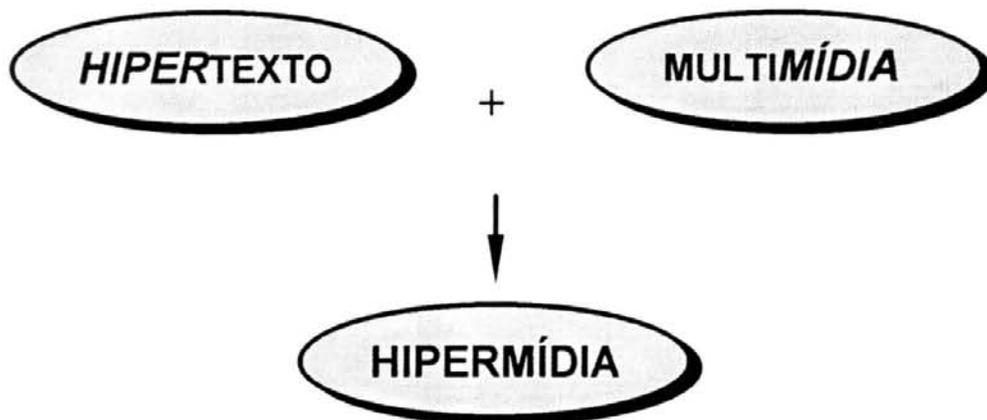


Figura 2.2: Hipermídia como extensão de hipertexto

Embora seja feita esta distinção, muitas vezes os termos hipertexto e hipermídia são utilizados de modo intercambiável.

<sup>3</sup> Embora Nelson afirme (e esta afirmação é de 1967) que o hipertexto não pode ser impresso convenientemente, nos últimos anos muita pesquisa foi desenvolvida exatamente sobre linearização e impressão de hipertextos, pois muito do material utilizado hoje em dia ainda é sob a forma de papel [NIE 90].

### 2.3 Nós, elos, âncoras e navegação

Para que as informações possam ser organizadas de modo não linear, é preciso dividi-las em unidades e conectá-las de algum modo. A estas unidades dá-se o nome de *nós* e às conexões, de *elos*. No hipertexto da figura 2.3, há 6 nós (A, B, C, D, E, F) e 9 elos (representados por setas).

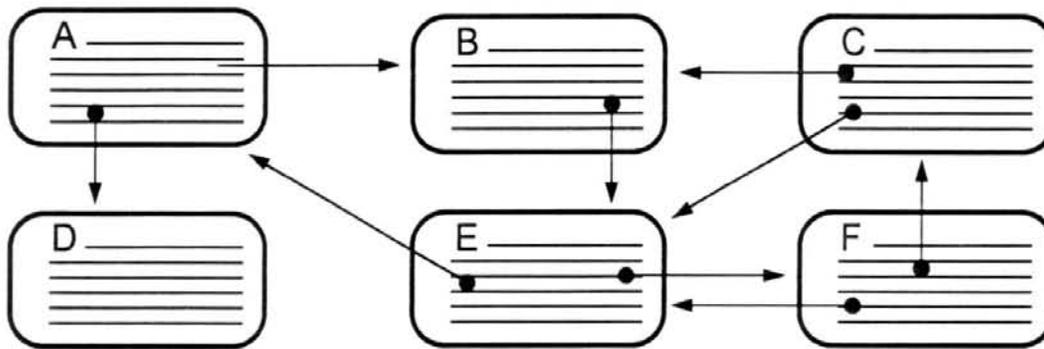


Figura 2.3 Exemplo de um hipertexto

Um hipertexto constitui-se basicamente de um conjunto de nós e de um conjunto de elos que os relaciona. É deste modo que se organiza uma base de informações não-linear. Porém, como cada nó pode conter informações de diversos tipos, é preciso determinar qual “pedaço” do nó está relacionado com outro. É para este propósito que servem as *âncoras*: definir a origem de um elo. Na figura 2.3, as âncoras são representadas por círculos pretos (•). Voltando à figura 2.1, pode-se ver exemplos de âncoras do tipo texto como, por exemplo, o texto *Cyro Martins* no nó *Érico Veríssimo*, e âncoras do tipo ícone, como o desenho de um livro.

O usuário que deseja seguir um elo deve então selecionar a âncora correspondente. Este processo de seleção de âncora é feito tipicamente através de um ‘click’ do ‘mouse’ ou através de um toque na tela do computador, para telas sensíveis ao toque. Desta forma, o usuário é levado do nó origem ao nó destino. Esta operação se denomina *navegação*. No hipertexto da figura 2.3, é possível navegar-se do nó *A* para o *B* e depois para o *E*. Do nó *E*, pode-se navegar para o nó *A* ou para o *F*: o usuário é quem decide.

## 2.4 Interface e Estruturas de Acesso

Outros dois importantes conceitos da hipermídia são os de interface e de estruturas de acesso. A *interface* está relacionada com o modo como o usuário percebe os objetos da hipermídia tais como nós, elos e âncoras. Muitas vezes, a interface com o usuário é construída com base em uma metáfora, onde se substituem conceitos computacionais por conceitos mais próximos da realidade humana. Como exemplo, pode-se citar a metáfora de viagem para um hipertexto de informações turísticas sobre alguma cidade ou país.

As *estruturas de acesso* definem outras formas de se encontrar as informações, além da navegação. Pode-se utilizar índices ou menus para se chegar a um nó específico e, a partir dele, alcançar outros por associação de idéias. Outro tipo de estrutura de acesso é conhecido como roteiro guiado ('guided tour') (vide seção 3.1.1); ele possibilita percorrer uma seqüência pré-definida de nós e elos sobre um material em particular.

Índices, menus e roteiros guiados são exemplos de estruturas de acesso.

## 2.5 Hiperbase

*Hiperbase* é um termo muito utilizado e que muitas vezes causa certa confusão. Deve ser usado, quando o objetivo for o de referir-se apenas à coleção de nós, elos e âncoras. Não leva em consideração, portanto, as estruturas de acesso e a interface.

## 2.6 Aplicações Hipermídia

É importante que se faça a distinção entre sistemas hipermídia e aplicações hipermídia. Um *sistema hipermídia* é entendido com um conjunto de programas que possibilita a criação de várias aplicações hipermídia. Já uma *aplicação hipermídia*<sup>4</sup> é um (conjunto de) programa(s) caracterizado por permitir a manipulação, apresentação e representação de informações, onde:

---

<sup>4</sup> Conceito adaptado de [HAL 91].

- as informações são armazenadas em uma coleção de nós multimídia;
- os nós se encontram organizados de forma explícita ou implícita em uma ou mais estruturas (normalmente em uma rede de nós ligados por elos), e;
- os usuários podem recuperar informações navegando através das estruturas disponíveis.

Pode-se perceber que existe uma correspondência entre sistemas hipermídia e SGBDs (Sistemas de Gerência de Bancos de Dados), e entre aplicações hipermídia e aplicações baseadas em bancos de dados [SCH 93].

Uma aplicação hipermídia, portanto, será construída criando-se uma hiperbase, um conjunto de estruturas de acesso e uma interface com o usuário.

## **2.7 Leitor x Usuário**

Existe muita controvérsia quanto ao termo que deve ser empregado para designar o utilizador de uma aplicação hipermídia. Muitos pesquisadores usam o termo *leitor*, já que originalmente hipertexto está relacionado com o texto impresso. No entanto, optou-se pelo uso da palavra *usuário*, que implica um modo mais ativo de interação com a aplicação.

### 3 PROBLEMAS IDENTIFICADOS

#### 3.1 Desorientação

O problema da *desorientação* é tão antigo quanto o aparecimento dos primeiros hipertextos. Diz-se que um usuário está desorientado em um hipertexto quando ele [CON 87]:

1. não sabe onde está na rede e
2. não sabe como ir para outro lugar da rede.

Podem-se acrescentar ainda outras situações de desorientação [RIV 94].

O usuário:

3. não sabe de onde veio e
4. não sabe o que pode ser visto a partir de determinado ponto.

Também conhecido como “perdido no hiperespaço”, este problema não é particular aos hipertextos; pode também ocorrer em textos lineares. Porém os hipertextos proporcionam um terreno fértil para que ocorra, conforme afirma Conklin [CON 87]:

*“É claro, também se tem um problema de desorientação em documentos tradicionais de texto linear, mas em um texto linear, o leitor tem somente duas opções: ele pode procurar o texto desejado mais cedo no texto ou mais tarde no texto. Hipertexto oferece mais graus de liberdade, mais dimensões nas quais se pode mover, e portanto um potencial maior para o usuário se tornar perdido ou desorientado. Em uma rede de 1000 nós, as informações facilmente podem ficar difíceis de serem encontradas...”*

O problema da desorientação em hipertextos é o mais discutido pelos especialistas. Na década de 60, o grupo de Van Dam [DAM 88] na ‘Brown University’ estava desenvolvendo o ‘Hypertext Editing System’ (HES). Como os usuários reagiam ao HES ? Uma aplicação sobre patentes foi implementada usando este sistema. Enquanto os implementadores podiam navegar facilmente nos documentos sobre patentes, outros usuários não conseguiam. O problema de ficar perdido enquanto

navegavam entre blocos de texto era significativo. Um dos criadores do HES admitiu mais tarde [DAM 88]:

*"Nós já começávamos<sup>5</sup> a entender a noção de que quanto mais rico o hipertexto, maior era o problema de navegação. Mas nós arranjávamos demonstrações cuidadosas nas quais sabíamos exatamente onde deveríamos ir, e as pessoas ficavam impressionadas [com as demonstrações]<sup>6</sup>."*

Para hipertextos pequenos<sup>7</sup>, não deveria ocorrer o problema de desorientação. Porém, nas palavras de Conklin [CON 87],

*"Assim que o hiperdocumento cresce e fica mais complexo, torna-se inconvenientemente fácil o usuário ficar perdido ou desorientado."*

Isto ocorre porque os usuários de hipertextos grandes têm de tratar com uma enorme estrutura de nós interconectados, mas a interface tipicamente exhibe apenas uma vista restrita desta estrutura [PAR 93]. O número de nós pode não ser tão grande; pode-se ficar perdido em um hipertexto pequeno se o número de elos for grande (neste caso, devido à complexidade do grafo que liga os diferentes nós) [ZIZ 94].

Nielsen [NIE 90] conduziu um estudo de campo para verificar a ocorrência de desorientação. Ele utilizou um pequeno hiperdocumento (que poderia ser totalmente lido em uma hora) e verificou que, dos entrevistados,:

- 56% concordaram total ou parcialmente com a afirmação, "Quando estava lendo o documento, eu freqüentemente ficava confuso sobre *onde eu estava*."
- 44% concordaram com a afirmação, "Quando estava lendo o relatório, eu ficava freqüentemente confuso sobre *como voltar de onde eu vim*".

Muitas implementações de sistemas de hipertexto seguiram a visão básica que Bush [BUS 45] descreveu para criar elos associativos, representá-los e segui-los.

<sup>5</sup> Se refere ao final da década de 60.

<sup>6</sup> O HES acabou fazendo história, tendo sido utilizado para produzir a documentação das missões Apollo pelo 'Houston Manned Spacecraft Center'.

<sup>7</sup> De fato é difícil estabelecer um critério preciso para se caracterizar um hipertexto como pequeno, médio ou grande. Tipicamente um hipertexto pequeno não teria o potencial para provocar a desorientação.

Um princípio implícito compartilhado por tais sistemas era de que uma boa representação para executar o processo de recuperação a partir de uma memória externa seria aquela que fornecesse um mecanismo para imitar os elos associativos da memória humana [NEU 89]. Este princípio foi questionado pelo problema de desorientação. Como afirmam Neuwirth e Kaufer [NEU 89]:

*“Ironicamente, exatamente o potencial mais forte do hipertexto, isto é, melhorar o gerenciamento de uma coleção dispersa de informações relativamente desestruturadas, se tornou a principal fraqueza em potencial.”*

Utting e Yankelovich que trabalharam em um dos maiores projetos de sistemas hipermedia, o Intermedia [YAN 88], afirmam [UTT 89]:

*“A Hipermedia possui o potencial de melhorar muito a leitura, escrita, ensino e aprendizado, mas também possui o potencial para dramaticamente confundir e surpreender leitores, escritores, professores e alunos. A promessa da hipermedia é a habilidade de produzir informações multimídia que são complexas, ricamente interconectadas e com referências cruzadas. Lamentavelmente, a hipermedia também possui a habilidade de produzir documentos conectados de modo complexo e desorganizado; verdadeiros emaranhados.”*

As principais contribuições para solucionar este problema foram sempre direcionadas para a interface com o usuário e, principalmente, para auxílio à navegação [NIE 90]. São apresentadas, a seguir, algumas dessas contribuições.

### **3.1.1 Roteiros Guiados**

Um *roteiro guiado* [TRI 88] define um caminho linear por um conjunto de nós e elos da aplicação (figura 3.1). O acesso é seqüencial e controlado, ou seja, o usuário poderá avançar para o próximo item ou retroceder para o anterior. Pode servir para um dos três propósitos:

- para introduzir a novos usuários os conceitos gerais de um hipertexto em particular;
- para usuários interessados em algum tema específico e/ou

- para substituir a necessidade de navegação.

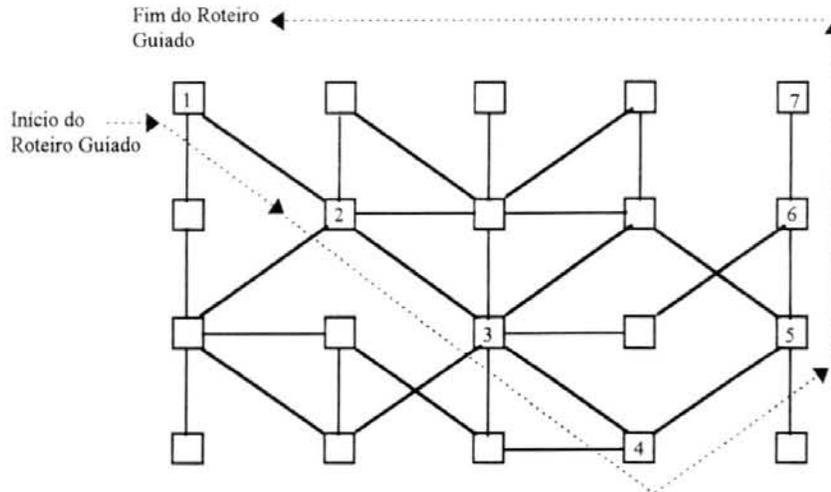


Figura 3.1 Exemplo de um roteiro guiado com sete nós

Embora os roteiros guiados sejam interessantes, eles de fato nos trazem de volta à forma seqüencial e linear da informação. Embora possam permitir a facilidade de navegação a partir de alguma parada, não podem servir como a única facilidade de navegação uma vez que o propósito do hipertexto é fornecer um espaço de informações aberto e exploratório para o usuário.

Em experimentos contrastando hipertextos com e sem roteiros guiados, os usuários sem roteiros acabam explorando menos material, segundo Allison citado por [RAD 91]. Os roteiros guiados permitiram visões mais amplas e precisas do material disponível e resultaram em uma maior taxa de exposição ao novo, em vez de informações repetidas. Logo, mesmo não podendo substituir a navegação associativa, podem ser muito úteis para o usuário de uma aplicação.

Na realidade, a idéia de roteiros guiados é baseada no que Bush [BUS 45] chamou de *trilha*. Ele inclusive previu o surgimento de uma nova profissão: o editor de trilhas. Esta pessoa seria responsável por adicionar valor aos hipertextos, criando trilhas que pudessem ser de alguma forma úteis.

### 3.1.2 'Backtrack'

Provavelmente a facilidade de navegação mais importante seja o '*backtrack*', que leva o usuário de volta ao nó visitado anteriormente.

A grande vantagem do '*backtrack*' é que o mesmo serve como mecanismo de segurança para o usuário que pode fazer qualquer coisa no hipertexto e ainda estar certo de que pode voltar a um território familiar utilizando o '*backtrack*'. Uma vez que o '*backtrack*' é essencial para se proporcionar confiança ao usuário, ele necessita preencher três requisitos [NIE 90]:

- deve sempre estar disponível;
- deve ser sempre ativado do mesmo modo e
- deve permitir retornar os passos suficientes até chegar ao primeiro nó visitado.

### 3.1.3 'Backtrack' generalizado

Alguns sistemas oferecem mecanismos mais gerais de história do que o '*backtrack*' simples. Por exemplo, alguns sistemas permitem acesso direto a qualquer nó previamente visitado. Pode-se usar também, por exemplo, miniaturas dos últimos cinco nós visitados, uma vez que o usuário poderá lembrar mais facilmente da aparência do nó.

### 3.1.4 'Bookmarks'

É possível também oferecer a facilidade de '*bookmark*'<sup>8</sup> ao usuário. Ele marca nós que deseja retornar mais tarde. A diferença em relação ao '*backtrack*' generalizado é que o nó somente vai para a lista de '*bookmark*' se o usuário achar que mais tarde será necessário revisita-lo.

### 3.1.5 Mapas

Os *mapas* parecem ser interessantes para o usuário navegar no hipertexto. Uma vez que o espaço de informações normalmente será muito grande

---

<sup>8</sup> Tradução literal: marca de livro.

para que cada nó e elo seja mostrado em um único mapa, muitos sistemas fornecem diagramas para mostrar vários níveis de detalhe, também conhecidos como mapas globais e mapas locais. Uma alternativa seria a facilidade do 'zoom' para permitir que os usuários vejam mais ou menos detalhes.

Outra alternativa é a visão olho-de-peixe<sup>9</sup>. Ela mostra em grande detalhe as informações que estão mais perto da localização corrente do usuário e gradualmente diminui os detalhes para aquelas partes que estejam progressivamente mais afastadas. O uso de visão olho-de-peixe requer duas propriedades do espaço de informações:

- deve ser possível estimar a distância entre uma dada localização e o foco de interesse corrente do usuário, e
- deve ser possível exibir as informações em diversos níveis de detalhe.

Ambas condições são encontradas para estruturas hierárquicas, mas podem ser mais difíceis de serem encontradas em hipertextos menos estruturados.

Além de mostrar aos usuários o 'layout' do espaço de informações, os mapas podem também ajudar os usuários a entenderem a localização corrente e seus próprios movimentos. Para isto, deveria ser exibido no diagrama a localização corrente e possivelmente a anterior.

### **3.1.6 Informações de Identidade Visual**

*Informações de identidade visual* podem ser fornecidas através do uso de diferentes padrões de fundo de tela em diferentes partes do espaço de informações. Mesmo que tais métodos não solucionem o problema de desorientação, eles são necessários para resolver o problema de homogeneidade no hipertexto. Neste caso, é importante selecionar diferentes padrões de apresentação para diferentes tipos de informação, de tal forma que o usuário possa facilmente distinguir o contexto em que se encontra.

---

<sup>9</sup> O termo visão olho-de-peixe vem da analogia com lentes de câmeras fotográficas que distorcem a imagem de tal forma que os objetos mais próximos são vistos em grande detalhe e os objetos distantes são comprimidos.

### 3.1.7 Recuperação de Informações

Uma pesquisa por informação em um hipertexto poderia ser conduzida puramente por navegação, mas deveria ser também possível para o usuário encontrar informações através de vários mecanismos de pesquisa [BUT 93].

A navegação é mais apropriada para espaços de informação que são pequenos o suficiente para serem cobertos exhaustivamente e suficientemente familiares para os usuários encontrarem seus caminhos. Infelizmente muitos espaços de informação na vida real são grandes e não familiares e necessitam do uso de 'queries' para que se possa encontrar informação.

A forma mais simples de 'query' é a pesquisa 'full-text' que encontra as ocorrências de palavras especificadas pelo usuário. Alguns sistemas simplesmente levam o usuário para a primeira ocorrência do termo pesquisado, mas seria muito mais eficaz exibir um menu das ocorrências como mostrado na figura 3.2. O problema de saltar para a primeira ocorrência é o de não se saber quantas ocorrências existem no hipertexto.

Pesquisa	
Pesquisa por:	<input type="text" value="romance"/>
52 ocorrências para "romance":	
O Tempo e o Vento épico Trilogia Cyro Martins Érico Verissimo	<input type="text" value="1"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

Figura 3.2 Pesquisa contendo ocorrências de um termo.

### 3.2 Falta de entendimento da estrutura

Muitas vezes o usuário não consegue compreender a estrutura do hiperdocumento. Sente dificuldade para descobrir o que todos os textos distribuídos sobre uma variedade de nós tem a ver um com o outro. Neste caso, o usuário não consegue desenvolver um entendimento do documento como uma **entidade coerente** de fatos relacionados [THU 91]. Em vez disto, eles tendem a enxergar uma agregação de pedaços de informação fracamente ligados. Thuring et al [THU 91] relacionam duas características de um hiperdocumento que podem gerar tal fato:

*“a) a falta de rótulos apropriados para nós e elos impede o entendimento das relações semânticas entre os nós, isto é, não fica claro de que modo os conteúdos dos nós estão conectados;*

*b) a falta de unidades de mais alta ordem que representem estruturas de partes da rede de hipertexto impede a identificação de diferentes domínio de conteúdo, isto é, não ficam claros os domínios tratados pelo documento e quais são suas relações.”*

Mas quando se fala de estrutura para um hipertexto não se está negando um dos propósitos originais do hipertexto - a liberdade ? Pode ser que, em parte sim; mas, como justificado anteriormente, existe uma necessidade de certas estruturas regulares. Como bem observou Parseye et al [PAR 89]:

*“O conceito de hipertexto foi originalmente saudado com uma certa quantidade de ceticismo. O natureza não estruturada do hipertexto parecia criar muitas dificuldades na recuperação de informações específicas a partir da bibliotecas de hipertexto que eram propostas. ... estas objeções faziam sentido, porém muito de sua força pode ser removido se modificarmos o papel do hipertexto e adicionarmos uma pequena quantidade de estrutura à definição original.”*

### 3.3 Baixo nível de abstração do modelo de nós e elos

Vários modelos de dados para hipermídia foram propostos, com o intuito de padronizar e formalizar diversos conceitos, estruturas e funcionalidades existentes em sistemas hipermídia [CAM 88, GAR 88, TOM 89, FUR 90, LAN 90, HAL 90].

Cabe aqui destacar que o modelo Dexter [HAL 90], formulado por representantes de vários sistemas de hipermídia, procurou abranger os conceitos encontrados nestes sistemas, criando, desta forma, um modelo de referência. Além disto, propõe uma arquitetura em camadas, servindo como uma base de princípios para o desenvolvimento de padrões para interoperabilidade e intercâmbio entre sistemas de hipertexto. Um estudo comparativo destes diversos modelos, inclusive do modelo Dexter, pode ser encontrado em [NEM 93].

O problema que existe com estes modelos é que eles utilizam conceitos com nível de abstração muito baixo, ou seja, estão muito próximos dos sistemas e muito distantes do domínio da aplicação. São modelos de sistemas e não de aplicações. Basicamente estes modelos possuem uma concepção comum de nós, elos e âncoras, definindo suas representações e funcionalidades. Lange [LAN 94a] afirma ser um desafio muito grande projetar uma aplicação hipermídia utilizando estas abstrações de baixo nível. Conclui ser absolutamente necessário construir-se uma ponte para cobrir esta lacuna semântica.

A dificuldade de se modelar uma aplicação com estas abstrações de baixo nível pode ser comparada com a modelagem de banco de dados. No caso do modelo de dados relacional, já há algum tempo, foi detectada a necessidade de se trabalhar, num primeiro momento, com conceitos mais próximos do mundo real, e não diretamente com tuplas e tabelas. Esta necessidade deu origem aos modelos de dados semânticos [PEC 88], cujo representante mais conhecido é o modelo E-R (entidade e relacionamento) [CHE 76]. Os projetistas de bancos de dados passaram então a trabalhar com abstrações de mais alto nível, liberados de considerações de baixo-nível.

### **3.3.1 O modelo de referência Dexter**

Para se ter uma idéia destes modelos de baixo nível, são mostradas as representações de nós, elos e âncoras do modelo de referência Dexter [HAL 90]. Na figura 3.3, aparecem dois nós - chamados componentes pelo modelo Dexter - um atômico ('Atom#3346') e outro composto ('Composite#4412'). O primeiro possui uma âncora na palavra "explicar" e o segundo na palavra "qualquer". A figura mostra

como é representado um elo ('Link#9981') que tem como origem ('FROM') a primeira âncora e como destino ('TO') a segunda.

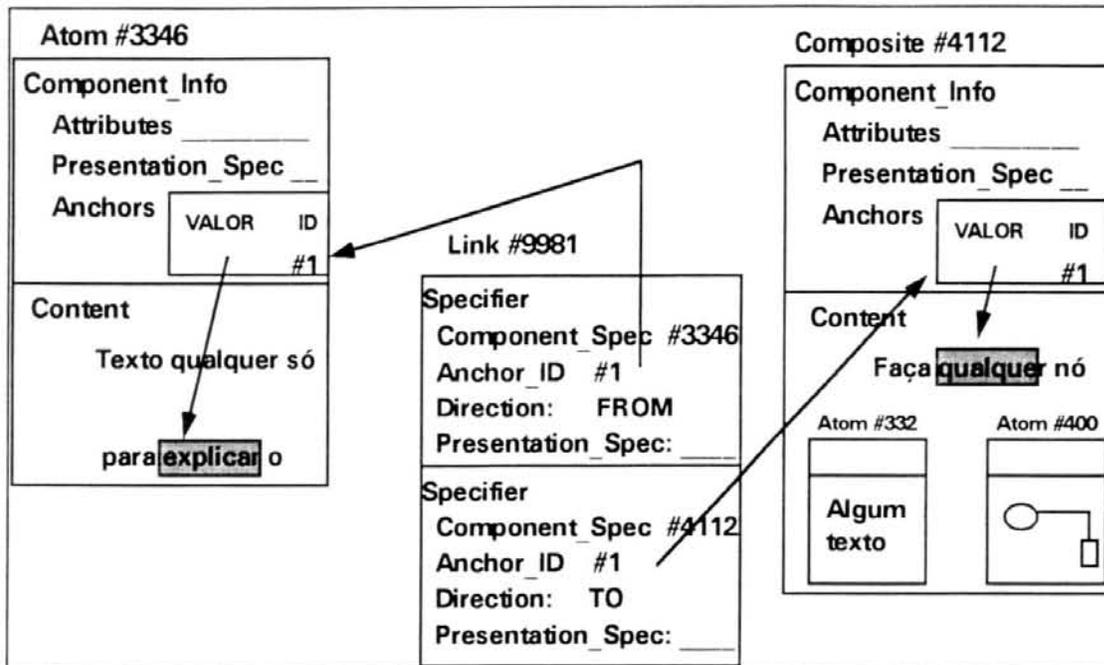


Figura 3.3 Nós, elos e âncoras no Modelo Dexter

O modelo Dexter é considerado um modelo de referência com objetivo de comparar as diversas implementações de sistemas de hipertextos. Recentes implementações já o utilizam como modelo de dados de sistemas hipermedia, inclusive propondo extensões ao modelo original [GRO 94, GRO 94a, GRO 94b, HAR 94, LEG 94].

## 4 ESTADO DA ARTE

O fato é que para que se possa resolver os problemas apresentados no capítulo anterior, não bastam apenas os mecanismos propostos e citados naquele capítulo. Por exemplo, as soluções para o problema da desorientação, tratadas na seção 3.1, partem da seguinte premissa: já que a desorientação é intrínseca à navegação, deve-se fornecer mecanismos que auxiliem o usuário a se reorientar. Embora tenham demonstrado sua utilidade, não são suficientes para garantir uma navegação eficiente em uma aplicação. É preciso que os usuários entendam as relações existentes entre os nós do hiperdocumento. Para conseguir isto, o projetista deve ter a preocupação de organizar o hiperdocumento em estruturas coerentes. Com o objetivo de construir hiperdocumentos que sejam de fácil navegação e compreensão, o projetista deve tornar claras estas estruturas.

Técnicas de projeto, que auxiliem o projeto da aplicação, são uma necessidade para aplicações razoavelmente complexas. Narasimhalu e Christodoulakis [NAR 91] chamam atenção para o caráter multidisciplinar da hipermídia e para a necessidade de se criar metodologias de desenvolvimento:

*"A ausência de uma metodologia bem definida para o desenvolvimento de aplicações é uma restrição muito forte para o crescimento da tecnologia multimídia. Muitas equipes de desenvolvimento de software houses tradicionais estão obtendo pouco sucesso no desenvolvimento de aplicações multimídia com metodologias convencionais. O desenvolvimento de aplicações multimídia envolve equipes de pessoas que possuem diferentes abordagens para solução de problemas. Por exemplo, os profissionais de informática tendem a raciocinar de modo muito estruturado, enquanto profissionais de outros tipos de serviços, como áudio e vídeo, tendem a possuir abordagens desestruturadas ou semi-estruturadas em seus projetos. As diferenças no seu treinamento e abordagens para o desenvolvimento são um desafio enorme para os gerentes destas equipes. Portanto é fundamental que se encontre o mais breve possível uma metodologia boa para o desenvolvimento de aplicações*

*multimídia. ... o desenvolvimento de aplicações multimídia irá necessitar de abordagens inovadoras para o seu desenvolvimento."*

Ao contrário do que se possa pensar, qualquer das metodologias de desenvolvimento podem conviver com outros tipos de abordagens, como, por exemplo, a prototipação [WOO 91]:

*"A hipermídia é inclinada para a prototipação. Entretanto o planejamento 'top-down' da estrutura principal é ainda desejado para evitar hipermídia espaguete<sup>10</sup>."*

Parseye et al [PAR 89] enfatizam a complexidade do tratamento de grandes redes de hipertexto:

*"Precisamos de um modelo de hipertexto que irá formalizar o processo de se construir aplicações de hipertexto. A experiência tem mostrado que sem tal modelo o desenvolvimento de aplicações de hipertexto se torna não gerenciável assim que as redes de nós e elos crescem em uma base ad hoc e não estruturada"*

Algumas propostas para disciplinar o desenvolvimento de aplicações hipermídia foram apresentadas nos últimos anos. Um pequeno resumo de cada uma será apresentado, e, ao final do capítulo, será feita uma avaliação crítica das mesmas. Para maiores detalhes, os leitores são convidados a consultarem a bibliografia específica. Por uma questão de uniformidade e para facilitar a comparação, os exemplos foram extraídos de uma mesma aplicação, no caso, o CD-ROM 'Art Gallery' da Microsoft que contém a coleção da Galeria Nacional de Londres [MIC 93]. Além disto, alguns exemplos apresentados pelas propostas serão também utilizados.

#### **4.1 HDM**

O HDM [GAR 90, GAR 91, GAR 93, SCH 92, SCH 93] - 'Hypermedia Design Model' - é uma abordagem baseada em modelo para autoria em ponto grande. Por autoria em ponto grande entende-se o desenvolvimento da estrutura da rede do

---

<sup>10</sup> O termo *hipermídia espaguete* acabou-se tornando sinônimo de uma aplicação composta de um emaranhado de nós e elos organizados de forma extremamente confusa.

hipertexto. O HDM não está preocupado com o conteúdo dos nós; em outras palavras, não está preocupado com a autoria em ponto pequeno.

Segundo os autores do HDM [GAR 90],

*“O objetivo de um modelo de projeto para hipermídia é o de permitir a especificação da semântica e das propriedades estruturais relevantes para aplicações hipermídia específicas. Isto é conseguido fornecendo-se primitivas que capturam (uma porção da) semântica e regularidades estruturais de classes de aplicações.”*

Como poderá ser constatado nas próximas seções, o HDM [GAR 94] foi concebido tendo como base o modelo E-R (entidade e relacionamento) clássico [CHE 76] e suas extensões [PEC 88]. Serão apresentadas as primitivas HDM ilustradas com exemplos.

#### **4.1.1 Componentes, Unidades e Perspectivas**

Um item de informação em HDM recebe o nome de *Componente*<sup>11</sup>. Um exemplo pode ser “descrição geral de um pintor”. Esta descrição pode estar na forma de “Imagem” ou “Texto”. Estas formas recebem o nome de *Perspectivas*. Uma *Unidade* nada mais é do que um componente descrito em uma perspectiva. Exemplos de unidade podem ser “fotografia de um pintor” ou “texto descritivo de um pintor”. Veja o exemplo mostrado na figura 4.1. O item de informação é o mesmo: descrição geral do pintor “Leonardo da Vinci”. Porém é apresentado em duas perspectivas: fotografia e texto.

---

<sup>11</sup> Não confundir com o conceito de *componente* do modelo Dexter (vide seção 3.3.1) para o qual um componente pode ser um átomo, um elo, ou uma entidade composta de outros componentes.



Figura 4.1: Um componente em duas perspectivas

#### 4.1.2 Entidades e Tipos de Entidade

Uma *Entidade* é um objeto concreto ou conceitual, do mundo real no domínio, que seja relevante para a aplicação. Uma entidade no HDM é composta de uma hierarquia ordenada (ou uma árvore) de componentes. O componente descrito na seção anterior, “descrição geral de Leonardo da Vinci”, pertence à entidade “pintor Leonardo da Vinci”. Poderiam ser adicionados outros componentes, tais como biografia, influências e estilo (figura 4.2). É importante salientar que um componente também pode ser formado por uma hierarquia de componentes.

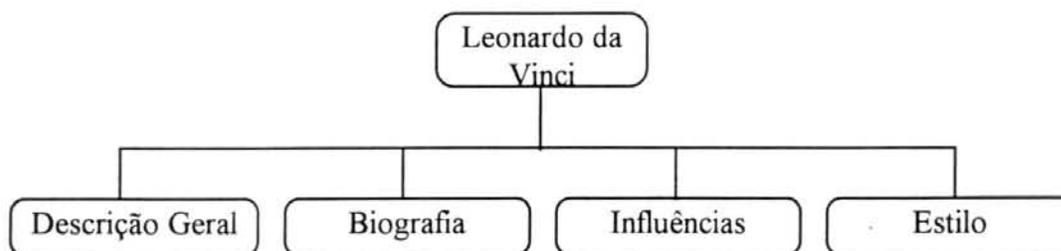


Figura 4.2 Entidade “Leonardo da Vinci” e seus componentes

O *Tipo de Entidade* agrupa entidades que possuem propriedades comuns. O tipo corresponde à categoria ou classe de objetos do domínio da aplicação. No exemplo apresentado, o tipo de entidade que se esteve trabalhando é *Pintor*. Um outro exemplo de tipo de entidade na aplicação ‘Art Gallery’ é *Pintura*.

#### 4.1.2.1 Entidades Homogêneas, Agregadas e Derivadas

Originalmente no HDM [GAR 90], um tipo de entidade definia que todas as entidades daquele tipo possuíam o mesmo conjunto de perspectivas e eram divididas em componentes da mesma forma<sup>12</sup>. Pode-se dizer que necessariamente os tipos de entidades definiam sempre entidades homogêneas. Posteriormente os conceitos de entidades agregadas [GAR 91] e entidades derivadas [SCH 93] foram adicionados, possibilitando um maior poder de expressão.

#### 4.1.3 Elos, Tipos de Elo e “Webs”

Dada à importância que os elos possuem em aplicações hipermídia, o HDM identifica tipos de elos que possuem diferentes naturezas no domínio da aplicação. São classificados em elos de perspectiva, estruturais ou aplicativos.

**Elos de Perspectiva** ligam as unidades do mesmo componente. **Elos Estruturais** conectam os componentes de uma mesma entidade. A própria natureza hierárquica da entidade define este tipo de elo. **Elos Aplicativos** conectam uma entidade com outra, ou um componente com uma entidade, ou componentes de diferentes entidades. Um exemplo de tipo de elo aplicativo é *pintou* que pode ligar os tipos de entidade *Pintor* e *Pintura* (figura 4.3).

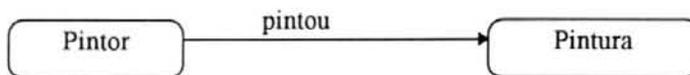


Figura 4.3 Tipo de elo aplicativo *pintou*

A primitiva ‘web’ é utilizada para generalizar a noção de elo. Um ‘web’ é uma estrutura em forma de estrela, com um nó no centro e elos saindo ou chegando neste nó. Os ‘webs’ são utilizados para representar as estruturas de acesso, como por exemplo um índice.

<sup>12</sup> Além de compartilharem o mesmo conjunto de elos potenciais para outros tipos de entidades (mais adiante no texto).

#### 4.1.4 Esquemas de Tipos e de Instâncias

Um *Esquema HDM* é então um conjunto de definições de tipos de Entidade, de tipos de Elo de Aplicação e de tipos de 'Web'. É importante notar-se que uma definição de esquema pode ser concretizada por muitas possíveis instanciações reais, dependendo das entidades presentes. Também é importante o fato de que a existência de um Tipo de Elo de Aplicação entre dois Tipos de Entidades não implica que todas instâncias de cada tipo sejam conectadas; somente é dito que existem elos potenciais entre as instâncias destes tipos. Um possível esquema simplificado da aplicação 'Art Gallery' é apresentado na figura 4.4. No exemplo, os tipos de entidades são *Pintor*, *Pintura* e *Tipo de Pintura* (existem outros tipos de entidade, como *Referência* e *Período/Local*, que foram omitidos para simplificar o esquema). Os tipos de 'web' são representados por elipses, como por exemplo, *Índice de Pintores*. No esquema, aparecem as perspectivas em itálico (dos tipos de Entidade e dos tipos de 'web').

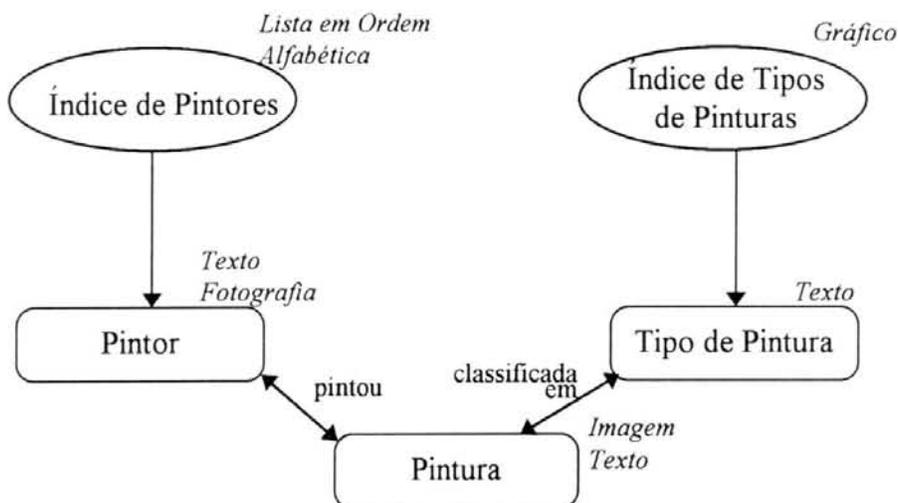


Figura 4.4 Esquema parcial da aplicação 'Art Gallery'

#### 4.1.5 Semântica de Navegação

Com a definição do esquema, o projetista deve especificar como os itens de informação - entidades, elos e 'webs' - são percebidos pelo usuário, e qual é o comportamento quando os elos são ativados. O HDM reconhece esta necessidade, porém não fornece subsídios para a sua especificação.

## 4.2 EORM

O EORM - ‘Enhanced Object-Relationship Model’ - [LAN 94, LAN 94a] é um modelo orientado a interação que trata os relacionamentos entre objetos como caminhos de interação semanticamente ricos, e não como estruturas de dados. Nesta abordagem, o projetista utiliza uma metodologia de análise orientada a objetos, a OMT - ‘Object Modeling Technique’ [RUM 91] (vide seção 5.3) - cujo diagrama serve como entrada para a construção de um esquema EORM (figura 4.5).

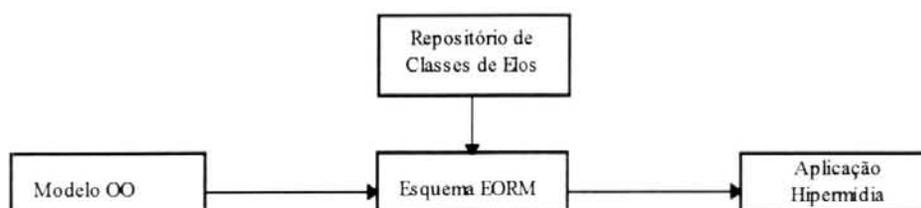


Figura 4.5 Abordagem EORM para construção de aplicação hipermídia

Basicamente, a partir da construção do modelo de objetos do OMT, as classes identificadas são candidatas naturais a definirem os nós da hiperbase, enquanto que os relacionamentos são candidatos a definirem os elos.

No modelo OMT pode-se capturar as restrições estruturais básicas dos relacionamentos: as restrições de domínio das classes participantes e as suas cardinalidades. No EORM, é possível ainda capturar mais semântica para estes relacionamentos. Isto é feito, definindo-se classes de elos, o que permite ao projetista criar uma biblioteca de classes de elos, facilitando a reutilização destas classes.

O exemplo da figura 4.6 mostra a associação *Pintou* entre as classes *Pintor* e *Pintura*<sup>13</sup> (um *pintor pintou* várias *pinturas*). A figura 4.7 mostra uma hierarquia de classes de elos, e a tabela 4.2 contém o mapeamento da associação *Pintou* na classe *Elo\_Roteiro\_Guiado*.

<sup>13</sup> A notação utilizada corresponde ao OMT (Object Modeling Technique) que será explicada no capítulo 5.

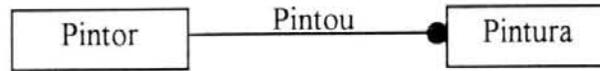


Figura 4.6 Associação *Pintou* entre as classes *Pintor* e *Pintura*

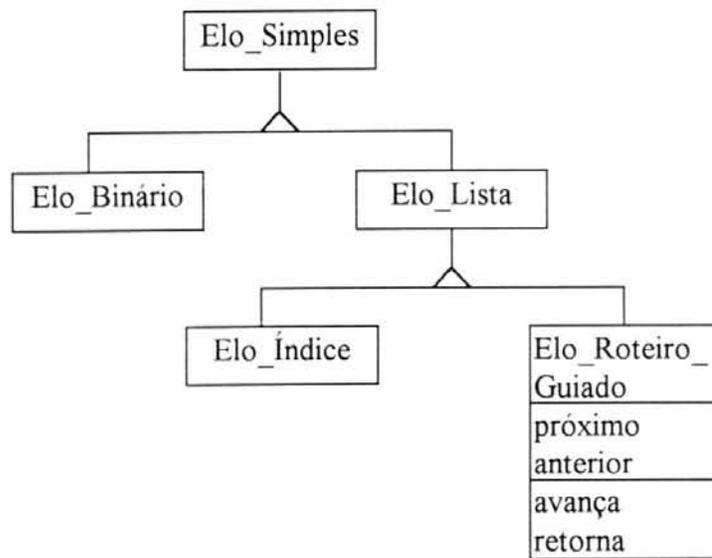


Figura 4.7 Hierarquia de classes de elos

Tabela 4.2 Semântica da associação *Pintou* definida pela classe *Elo\_Roteiro\_Guiado*

Relacionamento	Participantes	Classe do Elo
<i>Pintou</i>	<i>Pintor - Pintura</i>	<i>Elo_Roteiro_Guiado</i>

### 4.3 HDM2

O HDM2 - 'Hypermedia Design Model 2' - [GAR 93, GAR 93a, GAR 93b] é a evolução do HDM. Apresenta alguns aspectos que o HDM não atende. Basicamente as extensões são as seguintes:

- melhoria nos mecanismos de acesso (índices e roteiros guiados);

- generalização da noção de elo com a noção de ‘webs’ n-ários;
- possibilidade de derivar entidades e ‘webs’ (e não somente elos);
- definição de “hipervisões”; e
- refinamento da definição de semântica de navegação.

A próxima seção, 4.4, apresenta o RMD que se baseia em conceitos do HDM2, onde são melhor explicados.

#### **4.4 RMD**

O RMD (‘Relationship Management Design’) [BAL 94, ISA 94] consiste de um modelo de dados e de uma metodologia para o projeto e construção de aplicações hipermídia.

##### **4.4.1 O modelo de dados RMD**

O *modelo de dados* do RMD baseia-se no HDM2 (figura 4.8) e o amplia com novas construções (figuras 4.9 e 4.10). São mantidos os conceitos de entidades, componentes, agrupamento, e elos estruturais e aplicativos (na realidade, os elos aplicativos são renomeados para elos *associativos*). Entretanto, não suporta o conceito de perspectiva como no HDM2; cada componente consiste, portanto, de uma única unidade, tornando desnecessária a distinção entre componente e unidade. Para representar as diferentes mídias dos conteúdos, os tipos de componentes recebem notação especial (figura 4.9).

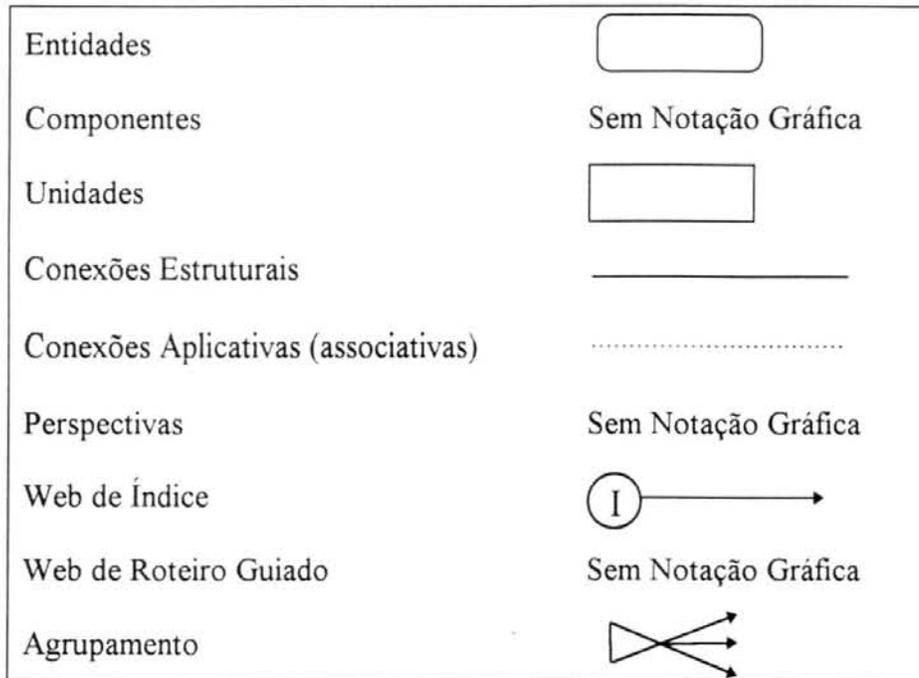


Figura 4.8 Conceitos do RMD baseados no HDM2



Figura 4.9 Tipos de Componentes

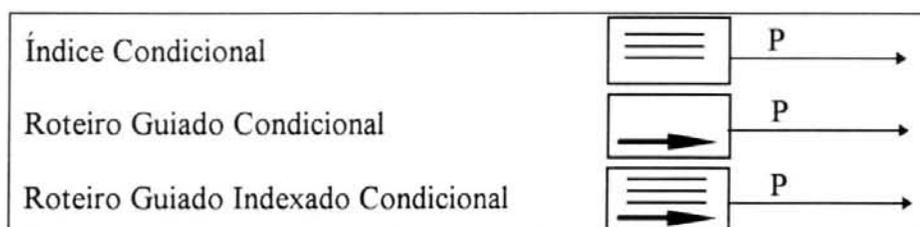


Figura 4.10 Estruturas de Acesso

Os 'webs' de índice e de roteiros guiados do HDM2 são substituídos pelas construções da figura 4.10, que são qualificadas com condições ou predicados lógicos para determinar quais instâncias dos componentes estão acessíveis a partir destes 'webs'. As figuras 4.11, 4.12 e 4.13 ilustram as três estruturas de acesso com o

mesmo exemplo: acesso às pinturas do movimento impressionista. A figura 4.11 mostra um 'web' de Roteiro Guiado condicional para todas as pinturas impressionistas. O predicado *Pinturas(tipo = 'impressionismo')* indica que somente as instâncias da entidade *Pinturas* cujo tipo seja *impressionismo* participam do roteiro guiado. A parte inferior da figura mostra uma instância deste roteiro guiado. A figura 4.12 mostra um exemplo de 'web' de índice condicional. Esta estrutura proporciona um acesso indexado. De cada participante parte um elo de retorno para o índice, como mostrado na parte inferior da figura. Por fim, a figura 4.13 mostra uma combinação de índices com roteiros guiados, para fornecer uma estrutura de acesso mais rica.

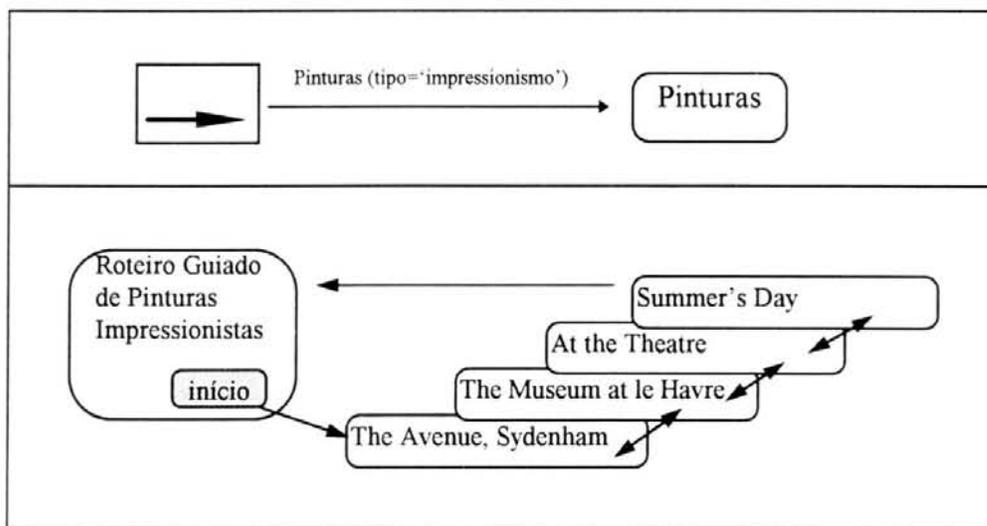


Figura 4.11 Web de Roteiro Guiado condicional e uma instância

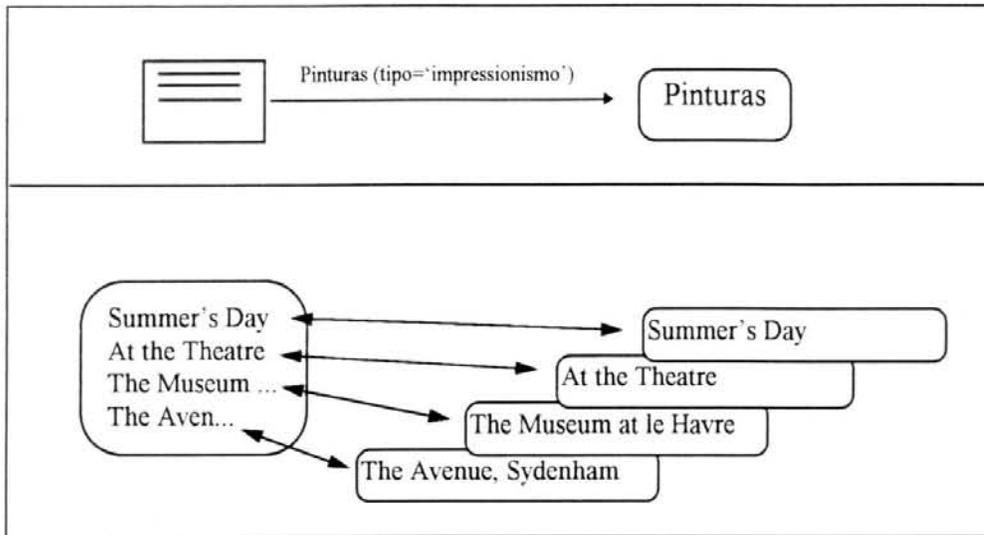


Figura 4.12 Web de índice condicional e uma instância

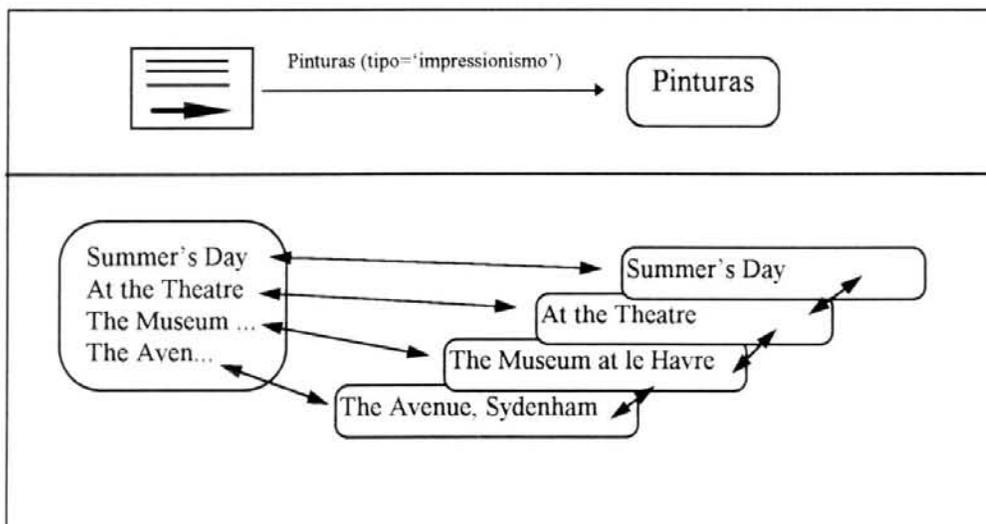


Figura 4.13 Web de roteiro guiado indexado condicional e uma instância

Para representar o acesso a todas as pinturas de um pintor, utiliza-se uma condição mais complexa: “*pintou(nome, pintura)*”. O atributo *nome* é sublinhado<sup>14</sup> para indicar que o acesso deverá ser feito para a instância da entidade de onde se origina a estrutura de acesso. Por exemplo, se o usuário estiver posicionado no nó do pintor Monet e este percorrer o elo *pintou*, então os nós de destino serão somente as pinturas pintadas por Monet. A figura 4.14 mostra como é representado este ‘web’ de índice condicional.

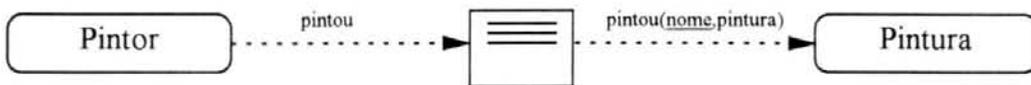


Figura 4.14 Web de índice condicional para todas *pinturas* de um *pintor*

#### 4.4.2 A metodologia RMD

A *metodologia RMD* consiste de sete passos, cada um produzindo algum resultado utilizado em outro passo, como mostrados na tabela 4.3. Os passos P4, P5 e P6 podem ocorrer em paralelo já que utilizam como entrada o diagrama RM produzido pelo passo P3.

Passo	Descrição	Produto
P1	Projeto do E-R	Diagrama E-R
P2	Projeto de Entidades	Diagrama E-R+
P3	Projeto Navegacional	Diagrama RMD
P4	Projeto do Protocolo de Conversão	Diagrama RMD+
P5	Projeto da Interface com Usuário	Projeto de Telas
P6	Projeto do Comportamento em Tempo de Execução	Regras de Conversão
P7	Construção e Teste	Aplicação Hipermídia

Tabela 4.3 Os sete passos da metodologia RMD

<sup>14</sup> Na proposta original, a traço de sublinhado aparece acima do atributo.

O objetivo do **P1** é o de representar o domínio da aplicação através de um diagrama de Entidade-Relacionamento (E-R). O E-R contém as entidades (com atributos) e os relacionamentos (com cardinalidades) entre as entidades.

O **P2**, Projeto de Entidades, determina como as informações das entidades serão apresentadas para o usuário. Cada entidade deve ser organizada em componentes ligados por uma rede de hipertexto. Por exemplo, a entidade *Pintor* pode ser dividida nos componentes (1) informações gerais, (2) biografia e (3) estilo. O diagrama da entidade *Pintor* pode ser visto na figura 4.15. Cada componente agrupa um ou mais atributos da entidade. Cada entidade possui um componente distinto, denominado *cabeça*, o qual é usado para ancorar os elos que chegam na entidade. No diagrama, são marcados com um asterisco. Os relacionamentos entre os componentes também são identificados. São denominados relacionamentos estruturais, para diferenciar dos relacionamentos associativos que ocorrem entre entidades. O uso da seta corresponde à indicação de cardinalidade um para muitos. Por exemplo, na figura 4.15, o relacionamento *estilos* é um-para-muitos (um pintor pode mudar de estilo durante sua vida).

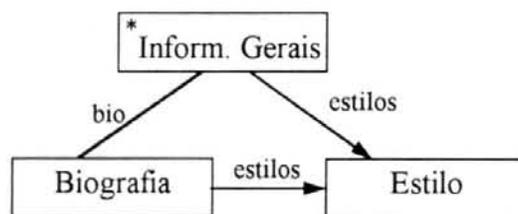


Figura 4.15 Diagrama de Entidade para *Pintor*

No passo **P3**, Projeto Navegacional, são projetados os caminhos que permitirão a navegação hipertextual. Cada relacionamento do diagrama E-R+ é analisado. Se, de acordo com os requisitos da aplicação, o relacionamento deve possibilitar o acesso navegacional, então é substituído por uma ou mais estruturas de acesso do RMD (índices condicionais, roteiros guiados condicionais ou roteiros guiados indexados condicionais). Este passo é subdividido em três partes:

1) Navegação entre os componentes de cada entidade: o foco são os relacionamentos estruturais. A figura 4.16 mostra o uso de roteiros guiados para implementar o relacionamento “estilos”, que é um-para-muitos. Como todos os estilos de um pintor devem ser acessados, este roteiro guiado não possui condição. Já o relacionamento *bio* cuja cardinalidade é um-para-um é implementado através de um elo bidirecional.

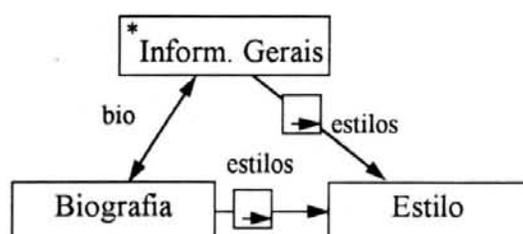


Figura 4.16 Navegação para os componentes da entidade *Pintor*

2) Navegação entre entidades: o foco são os relacionamentos associativos. A figura 4.17 mostra o uso das estruturas de acesso entre as entidades *Pintor* e *Pintura*. Neste exemplo, utilizou-se um roteiro guiado indexado condicional, para permitir o acesso a todas as pinturas feitas por um determinado pintor.



Figura 4.17 Navegação entre as entidades *Pintor* e *Pintura*

3) Navegação por estruturas de acesso de alto nível através do agrupamento de itens de interesse. Por exemplo, o acesso à entidade *Pintor* poderia ser feito por ordem alfabética ou por ordem cronológica. A figura 4.18 mostra como isto seria especificado.

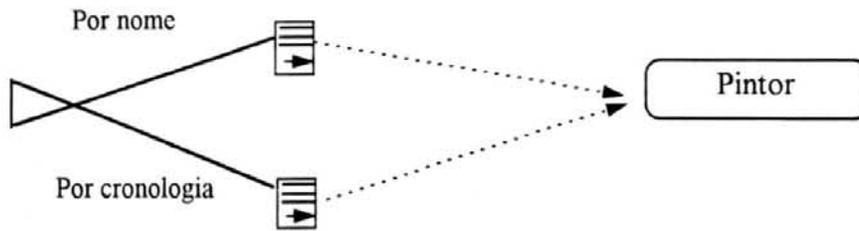


Figura 4.18 Uso de agrupamentos para acesso por nome ou por cronologia

O **P4**, Projeto de Protocolo de conversão, gera uma série de regras que traduzem as estruturas de acesso do diagrama RMD nas estruturas existentes no ambiente de implementação. Isto é necessário porque os sistemas hipermídia não necessariamente suportam diretamente as estruturas de acesso do RMD. Este passo não será tratado, pois o mesmo é dependente do sistema utilizado.

O **P5**, Projeto da Interface com Usuário, está relacionado com a construção de 'layouts' de telas, indicando as localizações dos objetos e suas aparências. O RMD não impõe um 'layout' em particular, apenas chama a atenção para a separação entre botões que correspondem a elos associativos e botões que correspondem a elos estruturais.

O **P6**, Projeto do Comportamento em Tempo de Execução, identifica os elos e estruturas de acesso que devem ser computados dinamicamente. É necessário decidir, por exemplo, se um índice será estático (caso não sofra atualizações periódicas) ou se deve ser montado em tempo de execução, consultando um banco de dados, por exemplo. Este último caso é indicado se o índice é volátil, o que diminui o esforço de manutenção.

No último passo **P7**, Construção e Teste, constrõem-se os nós, com os dados do domínio, e as estruturas de acesso.

#### 4.5 OOHDM

O OOHDM - 'Object-Oriented Hypermedia Design Model'- [SCH 94, SCH 95] é um modelo conceitual orientado a objetos para projeto de aplicações

hipermídia baseado no modelo de objetos do OMT [RUM 91]. Nesta abordagem, uma aplicação hipermídia é construída em quatro passos:

- 1) Projeto do Modelo Conceitual
- 2) Projeto Navegacional
- 3) Projeto da Interface Abstrata
- 4) Implementação

#### 4.5.1 Projeto do Modelo Conceitual

O modelo conceitual OOHDH é construído da mesma forma que o modelo de objetos do OMT [RUM 91] (vide seção 5.3), com algumas extensões:

- o conceito de subsistema é definido como uma abstração de um modelo conceitual completo;
- os atributos podem ter, como tipo, a mídia utilizada para representá-lo ou a sua aparência retórica; assim como no HDM, cada possível aparência de um atributo recebe o nome de perspectiva.

A figura 4.19 apresenta duas classes: *Departamento* e *Equipamento*. A classe *Departamento* se relaciona com a classe *Equipamento* e com o subsistema Pessoal. O uso de um subsistema ocorre por motivos de modularização ou quando um modelo (ou parte dele) está sendo reutilizado.

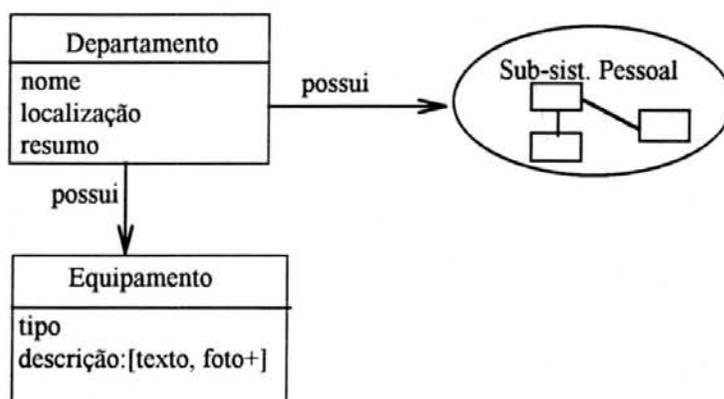


Figura 4.19 Parte de um modelo conceitual OOHDH para uma aplicação do tipo informações acadêmicas

Ainda na figura 4.19, pode-se ver o uso de perspectivas. O atributo *descrição* da classe *Equipamento* possui duas perspectivas: texto e foto. O sinal '+' indica a perspectiva 'default'. Neste caso, a perspectiva foto deverá estar presente em todas instâncias da classe *Equipamento*. As diferentes perspectivas originam elos de perspectiva, como no HDM.

#### 4.5.2 Projeto Navegacional

Neste passo, são definidas as estruturas de navegação que são organizadas em classes de navegação como, por exemplo, nós, elos, índices e roteiros guiados. Os nós representam janelas lógicas de classes definidas no modelo conceitual e os elos implementam os relacionamentos. As estruturas de acesso fornecem maneiras de se recuperar facilmente as informações (como no HDM). As classes de navegação são definidas em função do tipo de usuário; logo para o mesmo modelo conceitual pode-se definir diversos conjuntos de classes de navegação, cada conjunto atendendo o interesse específico de um tipo de usuário. Apresenta-se na figura 4.20, a classe de nó *Departamento*<sup>15</sup> para um usuário do tipo visitante (para um usuário do tipo estudante, por exemplo, ter-se-ia outra definição para a classe de nó departamento).

Departamento
nome: String localização: Mapa professores: Âncora (Índice_Professores) disciplinas: Âncora (Índice_Disciplinas) projetos: Âncora (Índice_Projetos)

Figura 4.20 Classe de nó *Departamento*

Pelo exemplo da figura 4.20, pode-se perceber que a classe de nó *Departamento* tem sua definição baseada na classe conceitual *Departamento* (figura 4.19). Como decisão de projeto, foi retirado o atributo *resumo*. A correspondência entre classe conceitual e navegacional não necessariamente é um-para-um. Pode-se definir uma classe de nó que corresponde a, por exemplo, duas classes conceituais.

<sup>15</sup> Supondo existirem também os sub-sistemas *Projetos* e *Cursos*, que não aparecem na figura 4.19.

Uma estrutura de acesso também é representada por uma classe navegacional. Um índice de departamentos aparece na figura 4.21. É definido o objeto a que se refere (alvo: Departamento), a estrutura de dados em que está organizado (seletores: nome (Lista Ordenada)), e um predicado, selecionando os objetos acessíveis em termos de suas propriedades (a ausência de predicado, indica o acesso a todos objetos).

Estrutura de Acesso: Índice de Departamentos
Alvo: Departamento
Seletores: nome (Lista Ordenada)
Predicado:

Figura 4.21 Definição da Estrutura de Acesso Índice de Departamentos

Outro conceito que pode ser utilizado é o de nó de composição. Como exemplo, cita-se um nó composto de: (i) informações do domínio e (ii) uma estrutura de acesso. A figura 4.22 mostra o nó de composição catálogo de Departamentos composto de um índice de departamentos e um departamento, cujo valor varia conforme a seleção feita no índice.

Catálogo de Departamentos
índice: Índice de Departamentos dep: Departamento

Figura 4.22 Nó de composição Catálogo de Departamentos

O projeto navegacional também inclui um diagrama de navegação para cada tipo de usuário. A figura 4.23 mostra um exemplo deste diagrama para o usuário de tipo estudante. As linhas tracejadas são derivadas automaticamente das definições de nós e estruturas de acesso.

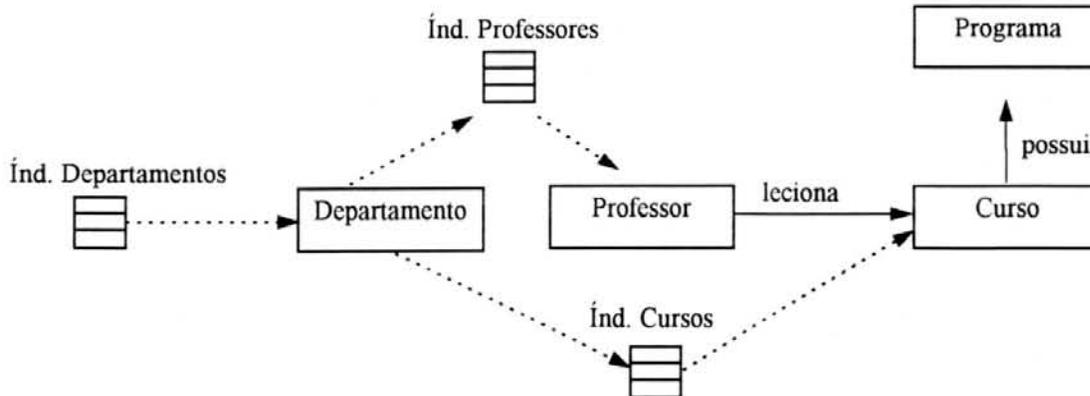


Figura 4.23 Diagrama de Navegação

### 4.5.3 Projeto da Interface Abstrata

Nesta etapa, deve-se mapear os objetos navegacionais do passo anterior em objetos a serem percebidos pelo usuário. Estes objetos são, em geral, construídos utilizando-se objetos primitivos como botões, campos de texto, campos de gráficos, etc. É definido também o estilo de navegação através das transformações do contexto de percepção causadas pela interação do usuário. É utilizada uma ferramenta de projeto chamada ADV ('Abstract Data View') para especificar os objetos perceptíveis e suas transformações.<sup>16</sup>

### 4.5.4 Implementação

Para produzir a aplicação propriamente dita, deve-se mapear o projeto da interface abstrata - os objetos perceptíveis e suas transformações - em objetos de interface concretos disponíveis no ambiente de implementação.

## 4.6 Análise das propostas

Como se pode perceber, não existe consenso ou padronização entre as técnicas de desenvolvimento de aplicações hipermídia. Alguns aspectos relativos a cada um dos modelos apresentados são vistos a seguir:

<sup>16</sup> A literatura consultada não fornece maiores detalhes sobre a notação utilizada para representar a interface abstrata.

- a principal preocupação do HDM é a definição da hiperbase, que representa de qualquer modo o cerne de qualquer aplicação. Algumas das primitivas do HDM podem ser usadas para modelar as estruturas de acesso como índices ou alguns tipos de roteiros guiados, mas de um modo bem artificial.
- o HDM e o RMD não utilizam os conceitos de orientação a objetos como classe e herança; o uso de classe permite adicionar maior semântica às entidades, através de atributos e operações; já a herança permite expressar a generalização e o compartilhamento;
- tanto o HDM como OOHDHDM fazem a escolha da mídia (perspectiva) junto do modelo conceitual. No HDM, é colocada um conjunto de perspectivas junto a cada tipo de entidade. No OOHDHDM, os atributos possuem como tipo a mídia utilizada para representar o atributo ou a aparência retórica do atributo na aplicação final. Este tipo de decisão deveria ser deixado para a fase de projeto.
- no HDM e OOHDHDM as entidades/classes podem ser apresentadas em mais de uma perspectiva, sendo que uma deverá ser a 'default'. Neste caso, deverá estar presente em todas as instâncias, enquanto que as outras podem ou não ser implementadas. Porém não é possível expressar-se a obrigatoriedade de mais de uma perspectiva.
- RMD e HDM não permitem projetar aplicações onde os usuários possam adicionar ou modificar as informações. O uso de operações em elos e em nós poderia expressar este tipo de necessidade.
- RMD e OOHDHDM utilizam condições nas estruturas de acesso. Isto facilita o projeto de aplicações por permitir uma especificação mais detalhada dos componentes a serem acessados.
- no HDM2, o projetista possui pouco controle sobre quais instâncias das entidades são acessíveis através de um 'web' de índice ou de um roteiro guiado.
- as construções condicionais do RMD permitem suporte direto para aplicações hipermídia dinâmicas, pois as instâncias a serem acessadas podem ser computadas 'on the fly', por exemplo, executando consultas a bancos de dados.

- os passos P1 e P2, respectivamente, Projeto do E-R e Projeto de Entidades, do RMD equivalem à identificação das entidades e seus componentes do HDM. O RMD apenas determina passos bem definidos, o que simplifica o processo de modelagem e projeto (mas isto se deve apenas ao fato de o HDM não sugerir uma metodologia de projeto).
- no HMD e no RMD os tipos de elos aplicativos (ou associativos, no RMD) e estruturais são utilizados para diferenciar as suas semânticas. Os aplicativos ocorrem entre entidades, onde se verifica mudança de contexto, e os estruturais, entre os componentes de uma mesma entidade, ou seja, sem mudança de contexto. No RMD, isto é reforçado pela representação diferente destes tipos de elos (linhas contínuas para os estruturais e linhas tracejadas para os associativos).
- o que o RMD chama de Agrupamentos, na realidade nada mais são do que pontos de entrada, ou pontos de acesso inicial.
- a idéia do RMD no projeto de interface com usuário, de separar botões que correspondem a elos estruturais daqueles que correspondem a elos associativos deve ser levada em consideração.
- as diferentes visões navegacionais propostas no OOHDHDM necessitam a redefinição de todas as classes de nós e de elos. Ou seja, cada visão navegacional gera um novo conjunto de classes de nós e de elos (isto pode estar definido no mesmo modelo, simplesmente com o uso das operações já previstas no modelo de objetos do OMT).
- o predicado da estrutura de acesso no OOHDHDM é similar ao índice e roteiro guiado condicionais do RMD.

## 5 PROPOSTA: HMT

### 5.1 Introdução

O HMT ('Hypermedia Modeling Technique') foi construído tendo como base o trabalho de pesquisa anterior envolvendo modelagem de dados e projeto de aplicações hipermídia [GAR 91, GAR 90, GAR 93c, SCH 92, SCH 93, LAN 94, LAN 94a, BAL 94, ISA 94]. Em particular, possui em comum com o EORM e o OOHDM o fato de partir de um modelo conceitual orientado a objetos.

Basicamente, uma técnica de modelagem e projeto para aplicações hipermídia deve auxiliar o projetista a responder três questões fundamentais [ISA 94]:

1. como dividir o domínio de informações em nós;
2. como os nós resultantes são conectados, e
3. como o usuário interage com a aplicação.

Primeiramente, se propõe para a questão 1 a utilização do *modelo de objetos* do OMT [RUM 91], que consegue fazer uma adequada combinação entre os conceitos de orientação a objetos com uma notação gráfica. Com este modelo tem-se a representação do domínio da aplicação. Para a questão 2, refina-se o modelo de objetos acrescentando detalhes voltados para a representação do domínio da solução. Este é o *modelo de hiperobjetos*. Além disto é definido o *modelo de navegação*, importante componente da hipermídia. Finalmente, a interação do usuário com a aplicação - questão 3 - é representada pelo *modelo de interface*. Na figura 5.1, a letra *A* corresponde à construção do modelo de objetos, enquanto que *B* corresponde à adição de decisões de projeto na construção dos modelos de hiperobjetos, navegação e interface.

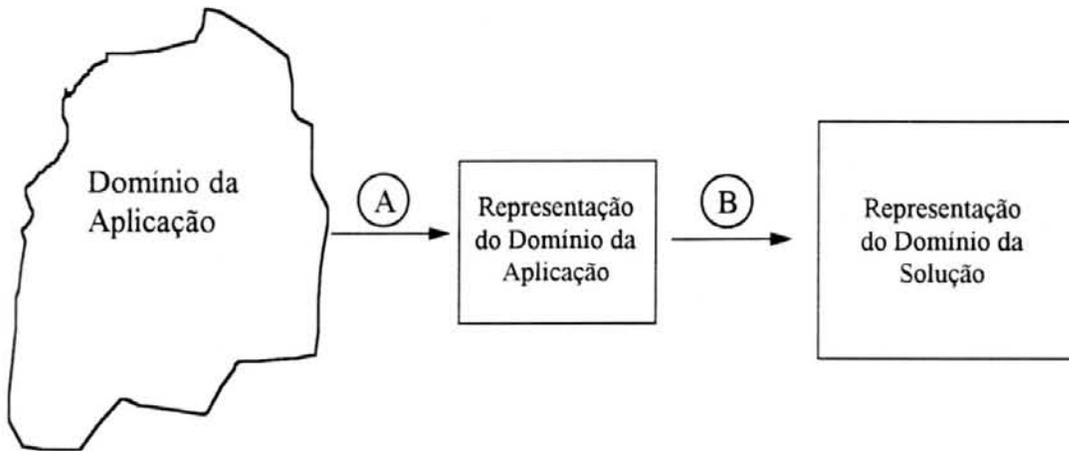


Figura 5. 1 Passagem do Domínio da Aplicação para a Representação do Domínio da Solução

Antes de os quatro modelos serem apresentados em detalhe, será definido o escopo de aplicações que se tem em mente.

## 5.2 Classes de Aplicações e Escopo do HMT

Como a hipermídia é utilizada em uma ampla classe de aplicações, é importante que se defina o tipo de aplicação que o HMT atende. A seguir são apresentados dois trabalhos que classificam as aplicações de hipertexto (que podem ser estendidos para hipermídia) sob enfoques diferenciados.

### 5.2.1 A classificação de Conklin

Segundo Conklin [CON 87], existem 4 grandes áreas de aplicação para as quais os sistemas de hipertexto foram desenvolvidos:

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Sistemas macro literários:</b> o estudo de tecnologias para suportar grandes bibliotecas on-line nas quais as ligações entre documentos são suportadas por máquina (ou seja, toda publicação, leitura, colaboração e crítica ocorre na rede);</li></ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Ferramentas de exploração de problemas:</b> ferramentas para suportar os primeiros pensamentos desestruturados de um problema, quando muitas idéias desconexas vêm à cabeça (por exemplo, durante as fases iniciais da resolução de problemas e da programação e do projeto);</li></ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Sistemas de 'browsing':</b> sistemas similares a sistemas macro literários, porém menores em escala (para ensino, referência, e informações públicas, onde a facilidade de uso e de aprendizado são essenciais); grande atenção deve ser dada na construção da interface; por outro lado, adicionar informações não é permitido para o usuário;</li></ul> |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Tecnologia geral de hipertexto:</b> sistemas de propósito geral projetados para permitir experimentação sobre várias aplicações de hipertexto (para leitura, escrita, colaboração, etc.)</li></ul>  |

### 5.2.2 A Classificação de Rada

Rada [RAD 91] classifica os hipertextos também em quatro áreas:

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hipertexto em pequeno volume ou microtexto :</b> É um único documento com elos explícitos entre seus componentes. Estes elos são criados através de uma análise detalhada do documento. Tipicamente são fáceis de usar e executam em computadores pessoais. O uso popular do termo hipertexto se refere normalmente ao microtexto.</li> </ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hipertexto em grande volume ou macrotexto:</b> Enfatiza os elos que existem entre muitos documentos, e não dentro de um documento apenas. Tipicamente, muitas pessoas contribuem com seus documentos para o macrotexto e uma instituição se envolve com a sua manutenção. Manter o sistema envolve tanto manter a interface para os documentos como as conexões entre os documentos.</li> </ul>               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hipertexto Colaborativo ou 'grouptext':</b> É criado ou acessado por um grupo de pessoas. Um 'grouptext' é 'groupware' para texto, ou seja, software que suporta a atividade em grupo. Enquanto um sistema de microtexto suporta um documento para um usuário, um sistema 'grouptext' suporta alguns documentos relacionados para um pequeno número de usuários que trabalham cooperativamente.</li> </ul>    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hipertexto inteligente :</b> Nestes hipertextos, o conhecimento de pessoas é transferido para uma base de conhecimento dotada de mecanismo de inferência. Esta transferência é efetuada embutindo-se o conhecimento em ligações, e permitindo que estas ligações disparem procedimentos arbitrários. Podem existir sistemas inteligentes classificados como microtexto, macrotexto ou 'grouptext'.</li> </ul> |

### 5.2.3 Abrangência do HMT

O HMT tem por objetivo atender a aplicações do tipo microtexto para 'browsing'. Ou seja, a aplicação é auto-contida - não se relaciona com outras

aplicações - e possui como propósito básico o de apresentar informações, possibilitando ao usuário navegar por estas informações.

Como será visto mais adiante, o uso do paradigma de orientação a objetos possibilita ao HMT estender o seu escopo. Neste caso, se pode também modelar e projetar aplicações do tipo macrotexto e 'group text' para sistemas macro-literários e ferramentas de exploração de problemas.

### 5.3 O Modelo de Objetos

O modelo de objetos do HMT utiliza os conceitos e a notação do modelo de objetos do OMT ('Object Modeling Technique') [RUM 91]. Este modelo descreve a estrutura dos objetos em um domínio - suas identidades, seus relacionamentos com outros objetos, seus atributos e suas operações. Uma classe de objetos descreve um grupo de objetos com propriedades similares, comportamento comum, relacionamentos comuns com outros objetos, e semântica comum. A classificação de objetos depende do propósito de cada aplicação.

O objetivo da modelagem de objetos é o de descrever objetos. Isto é feito, utilizando-se diagramas de objetos. As figuras de 5.2 a 5.8 apresentam as principais notações do modelo de objetos<sup>17</sup>.

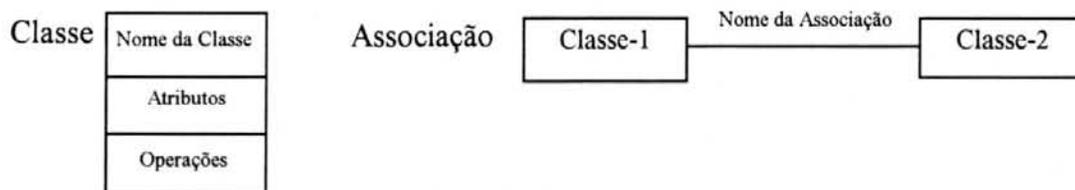


Figura 5.2 Notação para Classe e Associação

<sup>17</sup> Uma descrição detalhada e com vários exemplos encontra-se em [RUM 91].

## Cardinalidade

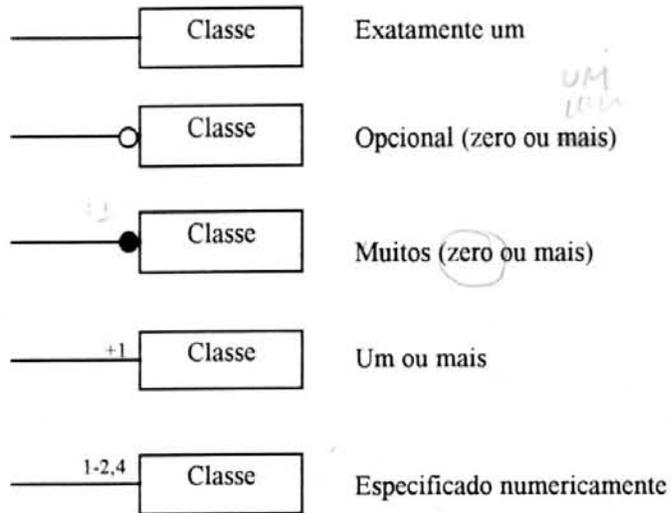


Figura 5.3 Notação para Cardinalidade das Associações

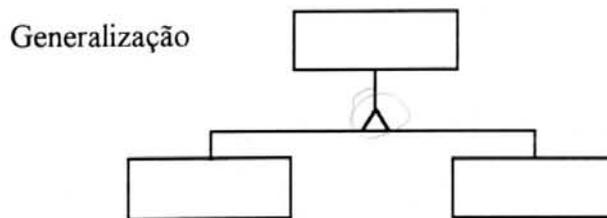


Figura 5.4 Notação para Generalização

## Agregação

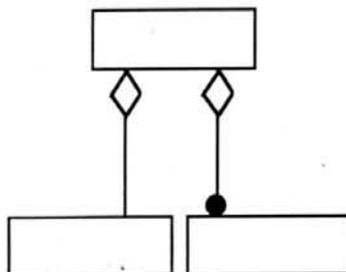


Figura 5.5 Notação para Agregação

Atributos da Associação

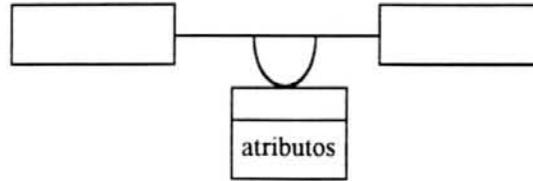


Figura 5.6 Notação para Atributos da Associação

Associação Ternária

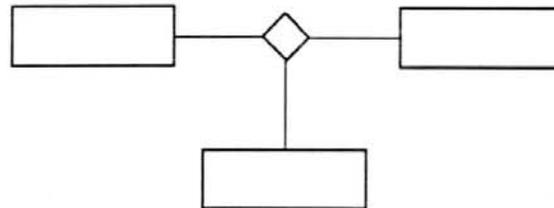


Figura 5.7 Notação para Associação Ternária

Associação como Classe

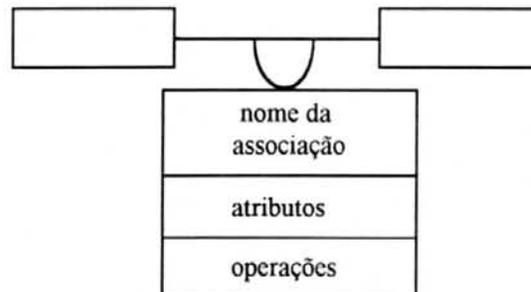


Figura 5.8 Notação para Associação como classe

O modelo de objetos do OMT combina conceitos de orientação a objetos (classe e herança) com conceitos de modelagem de informações (entidades e associações). A modelagem de informações surgiu no campo de banco de dados e está relacionada com a modelagem da estrutura dos dados de tal forma que pode ser adequadamente gerenciada com um banco de dados.

O modelo de objetos do OMT é simples, fácil de entender, expressivo e, embora não se possa afirmar que seja completo, fornece as primitivas necessárias para modelar uma classe abrangente de problemas da realidade [MON 92, SCH 93].

Além disto, o modelo de objetos do OMT é particularmente interessante para a hipermídia, pois:

1) define relacionamentos entre objetos permitindo relações n-árias com restrições de cardinalidade simples definidas sobre os objetos.

2) trata os relacionamentos como construções explícitas, e não como atributos em cada classe.

O Modelo de Objetos captura a semântica do domínio da aplicação. Do ponto de vista da hipermídia, cada classe do modelo de objetos é candidata a ser mapeada em um ou mais tipos de nós; porém também pode ocorrer de várias classes darem origem a apenas um tipo de nó. As associações são candidatas a serem elos ou estruturas de acesso, dependendo da cardinalidade e do tipo de acesso desejado. O importante é que este tipo de decisão de projeto não é feito no modelo de objetos. Quanto às operações previstas no OMT, pode-se ter uma idéia de sua utilização mais adiante.

#### **5.4 O Modelo de HiperObjetos**

O modelo de hiperobjetos é proveniente de um refinamento do modelo de objetos. É importante que este modelo esteja separado, já que muitas aplicações a serem construídas já possuem o seu modelo conceitual pronto; neste caso, pode-se reutilizar o modelo de objetos, e, a partir dele, definir os demais modelos. Além disto, o modelo de hiperobjetos inclui decisões de projeto.

A ênfase do modelo de hiperobjetos está em:

- definir novas associações e novas classes que estabelecem caminhos desejados (e não capturados no modelo conceitual de objetos);
- identificar as diferentes mídias que serão utilizadas, e
- identificar as classes abstratas.

#### 5.4.1 Novas associações e classes

O modelo de objetos captura somente os objetos e associações do domínio da aplicação. Porém em aplicações hipermídia, deseja-se frequentemente adicionar novas associações para navegação. Da mesma forma, pode ser interessante a inclusão de classes de objetos que não foram identificadas no modelo conceitual, mas que enriquecem a aplicação.

É muito freqüente a tendência de se estruturar as informações de modo hierárquico. Por um lado, a organização hierárquica é muitas vezes necessária, como afirma Conklin [CON 87]:

*“... a abstração é um importante processo cognitivo, e as estruturas hierárquicas são as estruturas mais naturais para organizar níveis de abstração.”*

As hierarquias aparecem no modelo conceitual em generalizações e em agregações. As agregações, particularmente, devem ser definidas cuidadosamente, pois sua especificação é importante quando da definição do modelo de navegação, para a construção de boas estruturas navegacionais [SCH 95]. Dão origem aos elos hierárquicos [CON 87] (chamados estruturais no HDM).

Porém o real valor de um hipertexto está justamente na possibilidade de se fazerem associações não hierárquicas. O modelo de hiperobjetos permite então que o projetista estabeleça novas associações não hierárquicas, que muitas vezes não aparecem no modelo conceitual. A figura 5.9 mostra uma associação adicionada (em negrito) entre as classes *Tema* e *Pintura*. Sem esta associação, o usuário não poderia conhecer os temas de uma pintura. Com esta associação, ele ainda pode conhecer as pinturas que possuem os mesmos temas.

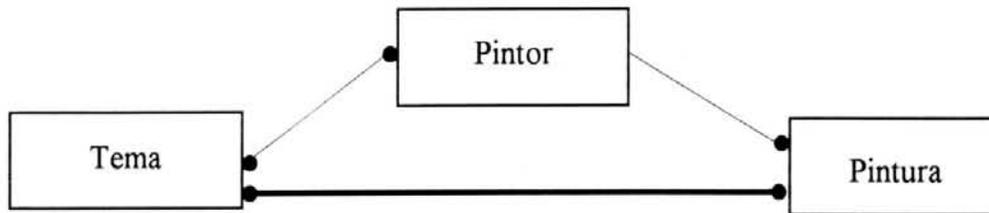


Figura 5.9 Adição de uma associação desejada

#### 5.4.2 Mídias

Uma distinção que sempre se faz entre aplicações tradicionais e aplicações hipermídia é o uso de diferentes mídias, como áudio, vídeo, imagem e animação. No modelo de hiperobjetos, o projetista expressa as suas decisões sobre onde utilizá-las, definindo classes específicas para objetos multimídia. Cada classe pode ser especificada em termos de comportamento, através das operações. Assim, um vídeo, por exemplo, pode possuir as operações tradicionais, que já são familiares ao usuário: 'play', 'stop', 'pause' (figura 5.10). Se o vídeo não puder ser interrompido, então não são definidas as operações 'stop' e 'pause'. O mesmo vale para o áudio e para animações.

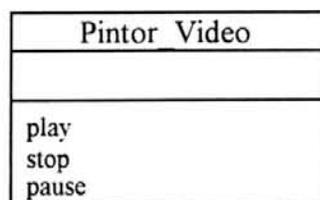


Figura 5.10 Classe de mídia

#### 5.4.3 Classes Abstratas

Uma classe abstrata é uma classe que não possui instâncias diretas, mas cujas classes descendentes possuem. Uma classe concreta é uma classe que é instanciável; ou seja, pode ter instâncias diretas [RUM 91].

Esta distinção deve ser feita, marcando no diagrama as classes abstratas com linha dupla. A classe *Artista Plástico* da figura 5.11 é uma classe abstrata. Neste exemplo, todos os artistas plásticos são *Pintores*, *Escultores* ou *Desenhistas*. Estas três classes são concretas.

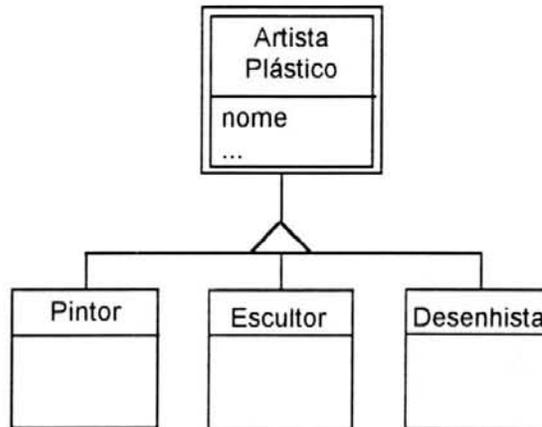


Figura 5.11 Exemplo de classe abstrata e concreta

No modelo de hiperobjetos, o projetista deve identificar as classes abstratas, para serem utilizadas pelo modelo de interface.

## 5.5 O Modelo Navegacional

As associações são a “cola” do modelo de objetos [RUM 91], fornecendo caminhos de acesso entre objetos. Associações são entidades conceituais úteis para a modelagem conceitual. Porém no projeto do modelo de navegação, deve-se criar estratégias para guiar a implementação dessas associações.

No modelo de objetos, uma associação é uma abstração que indica que uma classe está relacionada com outra. Porém, vista sob a perspectiva de projeto, como uma associação deve ser representada? Como um elo? Como um conjunto de elos? Como uma estrutura de acesso?

Deve-se então proceder a uma atenta análise de cada associação, levando em conta o modo como serão utilizadas na aplicação.

Além disto, neste modelo são definidos os contextos de navegação. Estes contextos servem não somente para enriquecer a semântica dos elos, mas também como entrada para o modelo de interface. A idéia de contextos de navegação é inspirada na aplicação ‘Art Gallery’ [MIC 93] e em [SCH 94a] e [GAR 94]. Todo objeto faz parte de um contexto pré-definido (‘default’) e pode estar associado a outros contextos. Por exemplo, uma pintura pode ser vista no contexto *pintores* ou no contexto *tipo de pintura*. Na figura 5.12, a pintura “Uma Alegoria” faz parte de dois contextos. No primeiro contexto (pintor), é uma pintura do pintor “Botticceli”. Para que se conheça outras obras de “Botticceli”, basta seguir para a próxima pintura; no caso, “Vênus e Marte”. No segundo contexto (tipo de pintura), é uma pintura do tipo “Alegorias”; a próxima pintura passa a ser “Adão e Eva”, que é de outro pintor. Nos dois casos, a pintura é a mesma, porém a navegação leva em consideração o contexto pelo qual foi acessada.

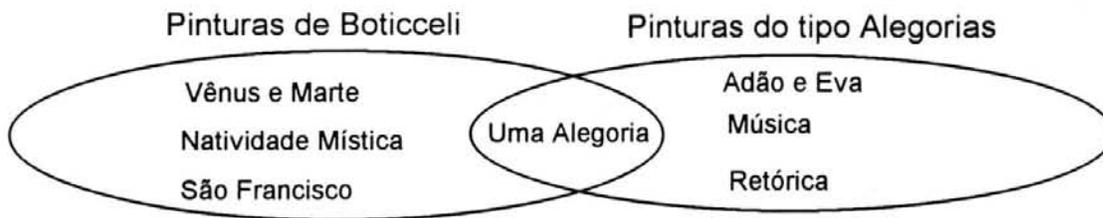


Figura 5.12 Uma pintura em dois contextos

A navegação pode ser sensível ao contexto ou independente de contexto. No primeiro caso, a navegação leva em consideração o contexto corrente. No segundo, ao percorrer um elo, assume o contexto ‘default’ do objeto alcançado.

Por fim, deve-se definir os pontos de entrada da aplicação. Cada contexto pode definir um ponto de entrada, de acordo com os requisitos da aplicação. Estes pontos indicam onde se pode iniciar a navegação.

### 5.5.1 Cardinalidade

A cardinalidade de uma associação pode ser de três tipos : um-para-um, um-para-muitos, e muitos-para-muitos. Para facilitar a definição dos elos e estruturas

de acesso, constroem-se uma tabela que contém todas as associações com as classes participantes e as cardinalidades (tabela 5.1).

Tabela 5.1 Tabela de Associações

<b>Associação</b>	<b>Participantes</b>	<b>Cardinalidade</b>	<b>Direção</b>

### 5.5.2 Direção da associação e 'backtrack'

As associações podem ser uni ou bidirecionais. É importante que o conceito de associação bidirecional e o mecanismo de 'backtrack' não sejam confundidos. O 'backtrack' apenas volta ao último nó alcançado. Não significa que exista uma relação semântica ou de navegação entre estes nós. Portanto, o 'backtrack' sempre possui a mesma semântica, independente da direção da associação.

### 5.5.3 Elos

Cada associação deverá originar um tipo de elo. O HMT não trabalha com o conceito de elos com múltiplos destinos, tampouco com elos bidirecionais. Portanto o tipo básico de um elo no HMT possui uma origem e um destino, além de informações sobre contexto e de 'backtrack'.

Os elos com múltiplos destinos que poderiam ser a implementação para associações 1:N, são preteridos por estruturas de acesso. Estas são mais genéricas e possuem uma semântica bem definida. Outra opção é o conjunto de elos, que na realidade pode ser tratado como vários elos de mesmo tipo.

Os elos bidirecionais contêm decisões de projeto que são implícitas e que podem causar conflitos semânticos. Se a associação é bidirecional, cada direção deverá ter um tipo de elo (ou estrutura de acesso) especificado.

O tipo de elo é representado por uma classe que captura as suas propriedades e o seu comportamento. O comportamento básico de um elo simples é o de "seguir" para o seu destino. Mas a flexibilidade do modelo de objetos permite

adicionar operações que podem, por exemplo, restringir o acesso a determinados usuário ou até mesmo disparar outros programas. Uma classe elo pode ser criada para instanciar elos que executam 'queries' em bancos de dados.

O comportamento do elo deve ser especificado ainda em termos de quais transformações ocorrem com o contexto de navegação corrente quando o elo é percorrido [SCH 94] (em outras palavras, sua sensibilidade ao contexto).

#### 5.5.4 Estruturas de acesso: Índices e Roteiros Guiados

A escolha das estruturas de acesso depende da cardinalidade, da direção e do tipo de navegação que se quer implementar.

As estruturas de acesso do HMT são as mesmas do RMD: índices, roteiros guiados e roteiros guiados indexados. A notação utilizada também é a mesma. Assim como os elos, as estruturas de acesso também podem ser livres ou sensíveis ao contexto de navegação. A definição de estruturas de acesso é feita em conjunto com a definição dos tipos de elos, com base na tabela de associações (tabela 5.1). A tabela 5.2 mostra a tabela de definição de elos e de estruturas de acesso.

Tabela 5.2 Tabela de associações com tipos de elos e estruturas de acesso

Classe 1	Associação	Classe 2	Cardinalidade	Tipo de Elo/Estrutura de Acesso

O diagrama de navegação contém as estruturas de acesso e os pontos de entrada. A figura 5.13 apresenta um diagrama de navegação parcial para a aplicação 'Art Gallery'. Os pontos de acesso são definidos para *Pintor* e *Tema*. Note-se que não é possível o acesso a *Pintura* diretamente. Entre *Pintor* e *Pintura* é definido um Roteiro Guiado Indexado e entre *Tema* e *Pintura* um Roteiro Guiado. Os pontos de entrada são definidos como índices para *Pintor* e para *Tema*.

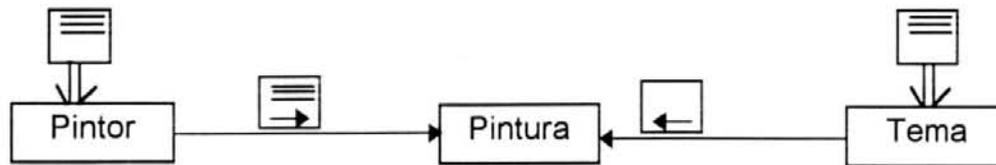


Figura 5.13 Diagrama de Navegação

## 5.6 Modelo de Interface

Os usuários podem ficar seriamente limitados pelas divisões do material pré-determinadas pelo autor, em que um pedaço particular pode ser visto em diversos diferentes contextos, ou atingidos por diferentes rotas. Os projetistas precisam considerar não somente a estrutura, que deve ser tornada explícita para o usuário, mas também o modo como as informações irão ser apresentadas, levando-se em consideração o contexto do usuário em qualquer ponto da hiperbase. Então são necessários mecanismos que mantenham um senso de orientação consistente e absoluto no labirinto de informações.

É através do modelo de interface que os projetistas descrevem de que forma as informações serão apresentadas para o usuário. O projeto de interface envolve a definição dos 'layouts' de tela, a definição da aparência dos objetos e as identidades visuais. Esta definição é baseada nos modelos de hiperobjetos e de navegação.

### 5.6.1 'Layout' de Tela

O 'layout' básico da tela deverá ser consistente e uniforme, de tal forma que não haja sobrecarga cognitiva e o usuário não precise redescobrir, a cada nova tela, a localização dos diferentes objetos apresentados.

A tela deverá ser dividida em áreas. Cada uma com um propósito definido. Estas áreas dependem do tipo de aplicação e do tipo de navegação; porém podem-se destacar áreas que são comumente utilizadas:

- área de conteúdos, onde são apresentadas as informações da hiperbase;

- área de controle de navegação entre contextos, onde o usuário seleciona os diferentes contextos;
- área de auxílio à navegação, com informações sobre o contexto corrente e controle de navegação em um mesmo contexto;
- área de opções, como, por exemplo, pesquisa 'full-text', histórico e cópia para área de trabalho.

A figura 5.14 mostra um possível 'layout' de tela.

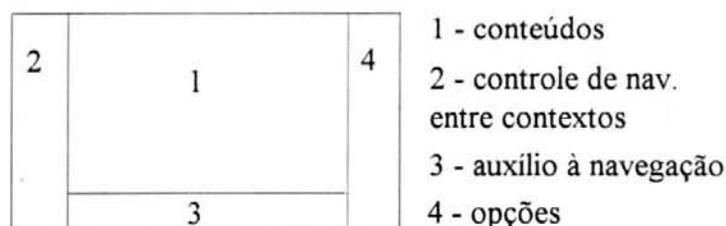


Figura 5.14 'Layout' de tela básico

### 5.6.2 Aparência dos Objetos

Cada área deverá conter objetos que são instâncias de classes concretas e de associações.

Note-se que os elos são percebidos através das âncoras. Cada associação que gera elos deve ser representada pelo mesmo tipo de âncora. Os tipos de âncoras mais comuns encontrados em aplicações são: ícones, vídeo reverso, caixas ao redor do texto ou bordas ao redor de gráficos ou imagens, indicações tipográficas (negrito, itálico, cor), mudanças na forma do cursor e piscamento.

### 5.6.3 Identidade Visual

Cada contexto pode, opcionalmente definir a sua própria identidade visual. Para montar esta identidade podem ser utilizados textos informativos do contexto, cores distintas e/ou padrões de fundo de tela. A identidade visual do

contexto de navegação pode também ser utilizada para representá-lo, através de ícone, por exemplo, na área de controle de navegação.

## **6 UTILIZAÇÃO DO HMT NO DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO HIPERMÍDIA**

Para que se possa avaliar a utilização prática do HMT, uma aplicação sobre literatura foi modelada, projetada e implementada. Estes passos são apresentados neste capítulo, bem como os resultados obtidos com a implementação.

### **6.1 Descrição da Aplicação**

A aplicação a ser implementada deve possibilitar ao usuário o acesso a informações sobre literatura, mais especificamente sobre a Ficção no Rio Grande do Sul. Deve ser possível a consulta sobre os autores e sobre os livros. Os autores estão compreendidos em períodos: Século XIX, Regionalismo, Romance de 30 e Ficção Contemporânea. Além disto, o usuário poderá alcançar informações de modo associativo, como autores que possuem alguma relação com outro autor, ou autores de determinado período literário. Para cada autor e livro deverá existir uma crítica; cada descrição de livro deverá ser acompanhada de um pequeno resumo, e, se conveniente, de trechos que ilustrem algum aspecto específico. Também deverá ser possível a pesquisa do tipo 'full-text'. Deverão ser exibidas as capas dos livros, as fotografias dos escritores, e os trechos dos livros deverão ser narrados.

Esta definição de aplicação se encaixa naquilo que Schneiderman citado por [NIE 90] chamou de "as três regras de ouro" dos hipertextos, determinando que tipo de problema deve ser resolvido com hipertextos:

- uma grande quantidade de informações é organizada em vários fragmentos;
- os fragmentos estão relacionados uns com os outros, e;
- o usuário necessita apenas de uma pequena porção em uma utilização.

## 6.2 O Modelo de Objetos

O modelo de objetos é construído da mesma forma como recomenda [RUM 91]:

1. identificar classes de objetos;
2. identificar associações;
3. identificar atributos dos objetos e das associações, e
4. organizar e simplificar as classes utilizando a herança.

### 6.2.1 Classes de Objetos

As classes relevantes são identificadas a partir do domínio do problema. Podem incluir entidades físicas ou conceitos [RUM 91]. O importante é que façam sentido no domínio da aplicação. Devem ser eliminadas as classes irrelevantes, redundantes e vagas. A figura 6.1 apresenta as classes identificadas para a aplicação Ficção no Rio Grande do Sul.

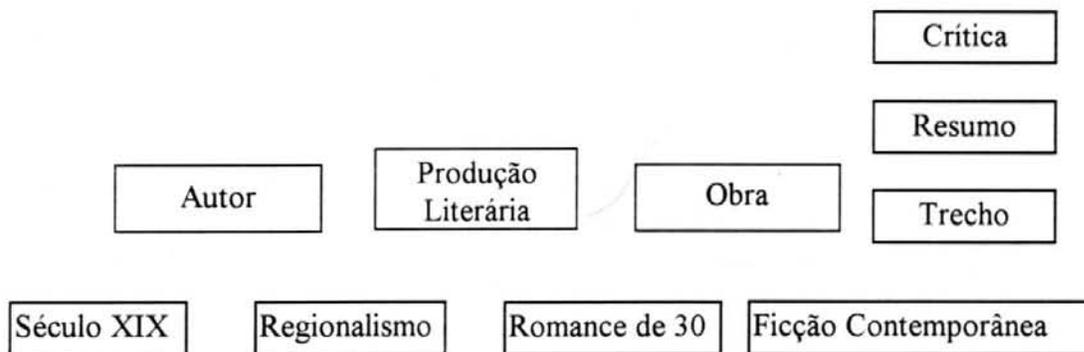


Figura 6.1 Classes identificadas para a aplicação “Ficção no RS”

Como regra geral, cada classe selecionada representa um conjunto de objetos. Porém, se uma classe com apenas um objeto realmente refletir o domínio do problema, então não deve ser recusada. Na figura 6.1, as classes *Século XIX*, *Regionalismo*, *Romance de 30* e *Ficção Contemporânea* representam, cada uma, apenas um objeto. Mesmo assim, por serem representativas no domínio do problema em questão, elas foram mantidas.

### 6.2.2 Associações

As associações são então identificadas entre as classes. Qualquer dependência entre as classes é uma associação. Os atributos de uma classe não devem se referir a classes; eles estariam escondendo um importante relacionamento. As associações podem ser implementadas de diversas maneiras; este tipo de decisão é tomado no modelo de navegação. A figura 6.2 mostra um primeiro esboço do diagrama de objetos, já com as associações.

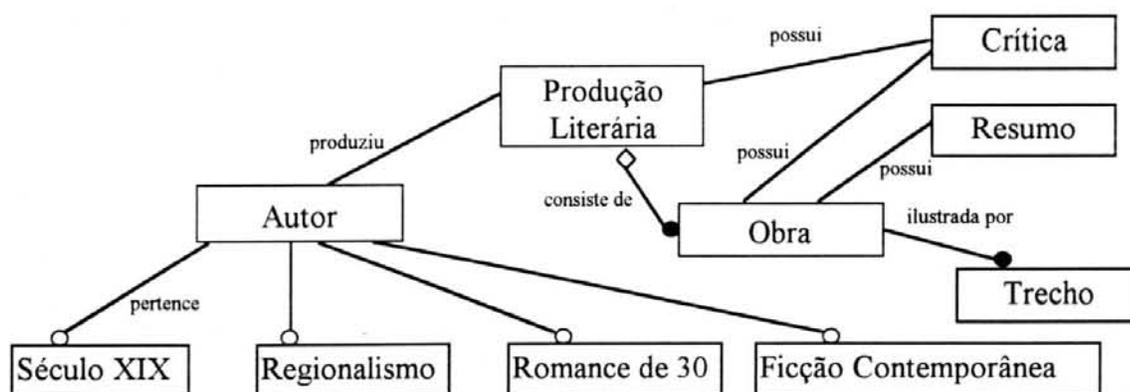


Figura 6.2 Modelo de objetos com associações

### 6.2.3 Atributos

Os atributos são propriedades dos objetos como nome, data, local. Os atributos devem ser descobertos através do conhecimento que se adquire do domínio do problema (figura 6.3). É possível também que as associações possuam atributos. No caso em questão, não foram identificados.

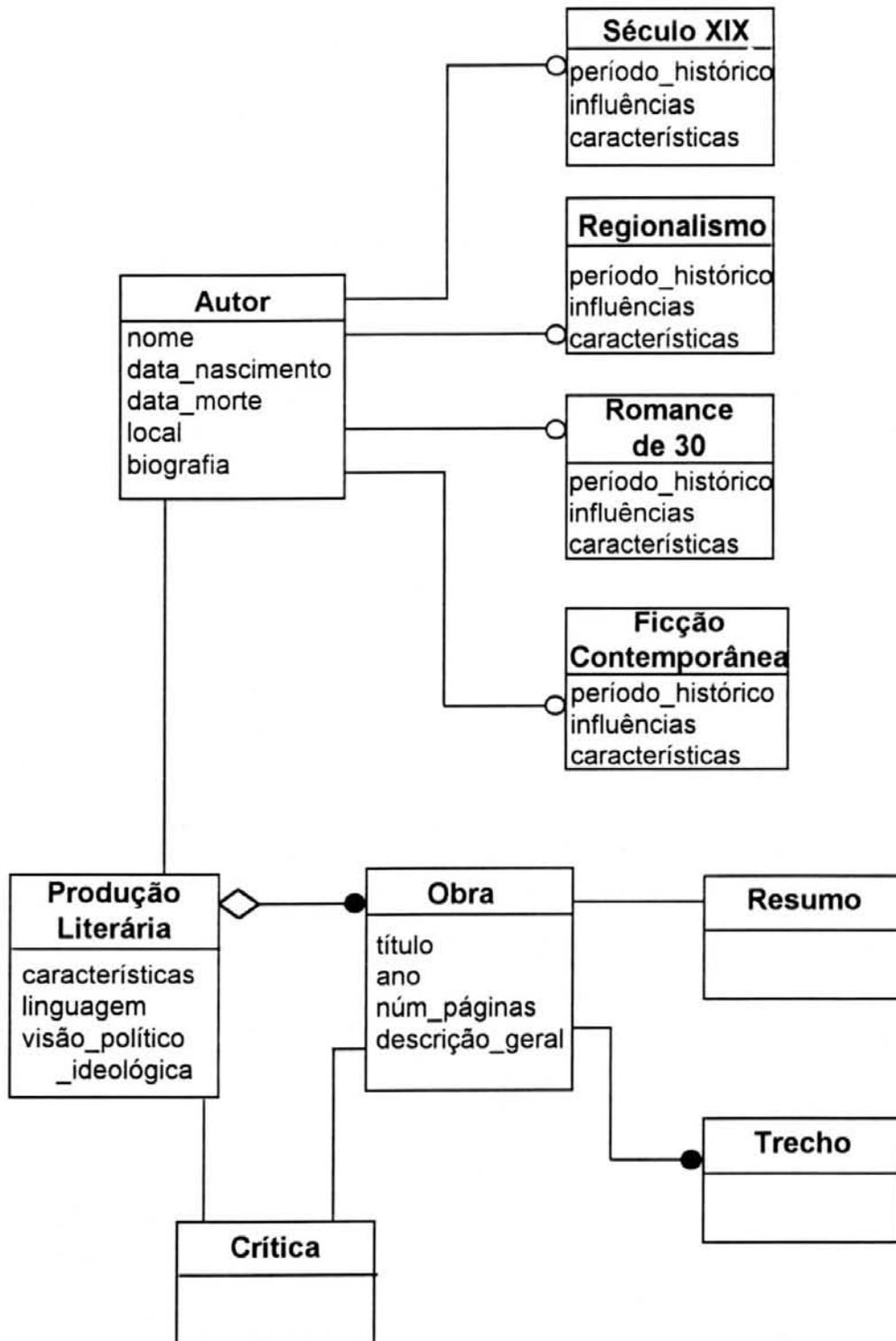


Figura 6.3 Modelo de objetos com atributos

### 6.2.4 Simplificação do Modelo

Verificou-se que no modelo, na figura 6.3, as classes *Século XIX*, *Regionalismo*, *Romance de 30* e *Ficção Contemporânea* possuem os mesmos atributos e mesmas associações. Além disto, conforme a descrição do problema apresentado foi constatado que um autor pertence a somente um período literário. Neste caso utilizou-se a herança como mecanismo de compartilhamento. A figura 6.4 contém a simplificação efetuada.

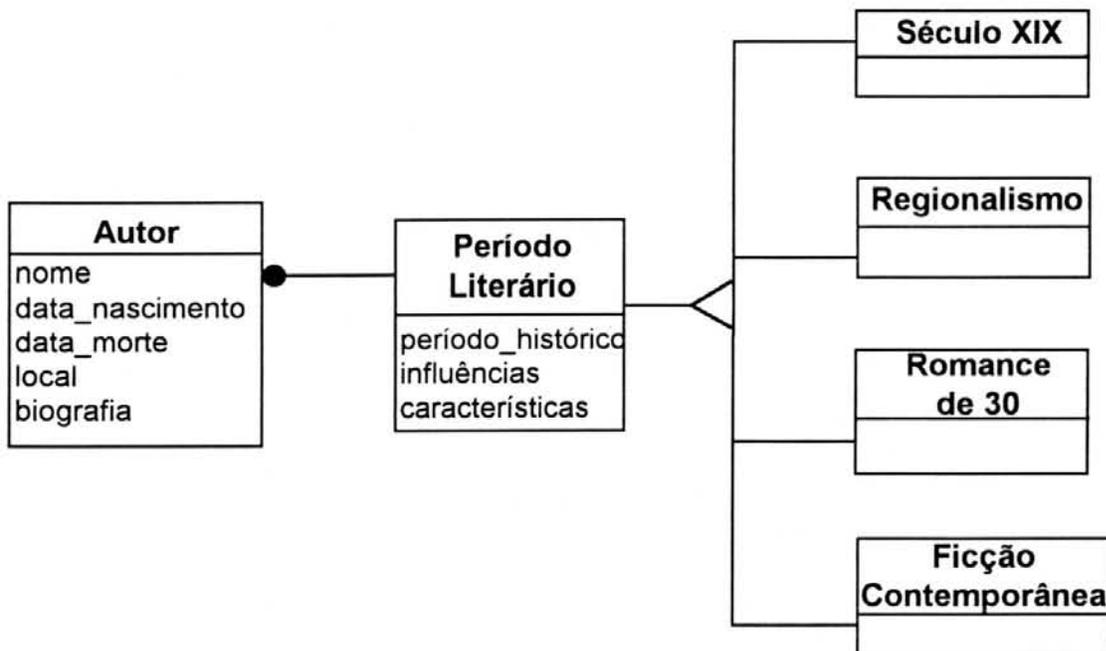


Figura 6.4 Simplificação de uma parte do modelo de objetos

### 6.3 O Modelo de HiperObjetos

Para se construir o modelo de hiperobjetos, deve-se analisar cada classe definida no modelo de objetos, verificando se todos os caminhos de acesso desejados fazem parte do modelo conceitual. Se a resposta for não, deve-se então adicionar novas associações e/ou classes.

No modelo da aplicação, para que se conheça uma obra específica de um autor, deve-se alcançar a sua produção literária necessariamente. Em muitos casos, este será um caminho muito comum: a partir de um autor, descobre-se a sua produção literária, e, então, exploram-se os livros que forem de interesse. Porém deve-se antecipar uma possibilidade de acesso que prevê a associação direta entre o autor e uma obra específica. Neste caso, o usuário não está interessado no conjunto da obra de um autor, mas sim em uma obra em particular. Para representar este novo caminho, uma associação deve ser adicionada entre as classes *Autor* e *Obra*. A figura 6.5 contém esta nova associação.

Ainda neste modelo, existe uma associação entre a classe *Autor* e a classe *Período Literário* que captura o relacionamento que existe entre estas classes: um *Autor pertence* a um *Período Literário*. Porém, a partir de uma determinada obra, não é mais possível o reconhecimento do período literário em que foi escrita. Necessariamente se tem que alcançar o seu autor e, a partir daí, descobrir o seu período literário. Para evitar esta indireção, foi definida uma nova associação entre a classe *Obra* e a classe *Período Literário*.

O mesmo raciocínio pode ser aplicado para *Produção Literária* e *Período Literário*. Não é possível conhecer o *Período Literário* a partir de *Produção Literária*. Foi inserida uma nova associação *possui* entre estas classes, indicando que um *Período Literário possui* várias *Produções*. Como será visto mais adiante, no modelo de navegação, só o sentido inverso irá interessar (a qual período *pertence* uma produção).

Além destas, foram identificados relacionamentos entre um autor e outros autores, que podem ser de influência ou de simples comparação. Do mesmo modo, uma obra pode estar relacionada com outras obras.

As novas associações adicionadas aparecem em negrito na figura 6.5.

Um das grandes vantagens da hipermídia é justamente a facilidade que se tem de organizar os assuntos em diversos níveis de interesse. Nesta aplicação, por exemplo, seria interessante percorrer as obras que tratam especificamente da imagem

do gaúcho ou as obras que têm Porto Alegre como cenário de fundo. Para refletir este tipo de organização foi definida uma nova classe denominada *Temática* que aparece em **negrito** na figura 6.5.

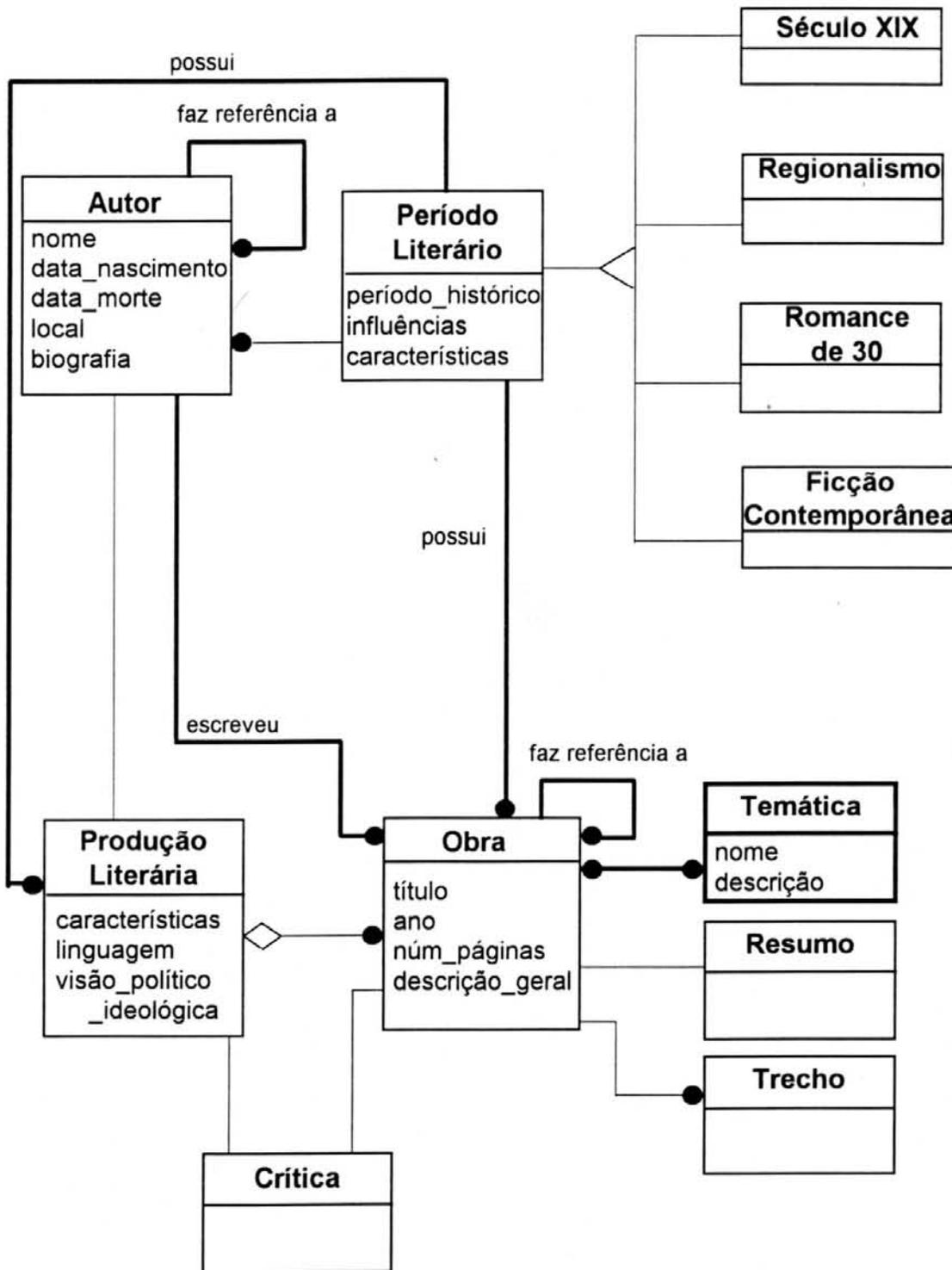


Figura 6.5 Adicionando caminhos de acesso desejados

O modelo de hiperobjetos trata também do aspecto multimídia. Através deste modelo o projetista expressa suas decisões sobre as diversas mídias que farão parte da aplicação final. Deve-se analisar as classes que terão dados multimídia. No modelo estudado, três classes terão representação multimídia:

- um autor poderá ser visto por fotografia, e, se possível, por um trecho de vídeo;
- uma obra será também apresentada pela fotografia de sua capa;
- um trecho será apresentado, além do texto, em áudio.

Estas decisões foram representadas através de um artifício proporcionado pelo modelo de objetos. Cada classe será representada por uma agregação da classe atual com a classe da mídia utilizada. A figura 6.6 apresenta as classes *Autor\_Texto*, *Autor\_Foto*, *Autor\_Video*, *Obra\_Texto*, *Obra\_Foto*, *Trecho\_Texto*, *Trecho\_Áudio*. Para exemplificar o uso deste recurso, foram inseridas as operações das classes *Autor\_Video* e *Trecho\_Áudio*. Os objetos da classe *Autor\_Video* podem ser ativados ('play'), parados ('stop') e pausados ('pause'). Já os objetos da classe *Trecho\_Áudio* só podem ser ativados ('play')

É importante salientar que no modelo de hiperobjetos nada é dito sobre a aparência das classes. Apenas se está indicando que existem informações que serão apresentadas em mídias diferentes e o comportamento das mesmas.

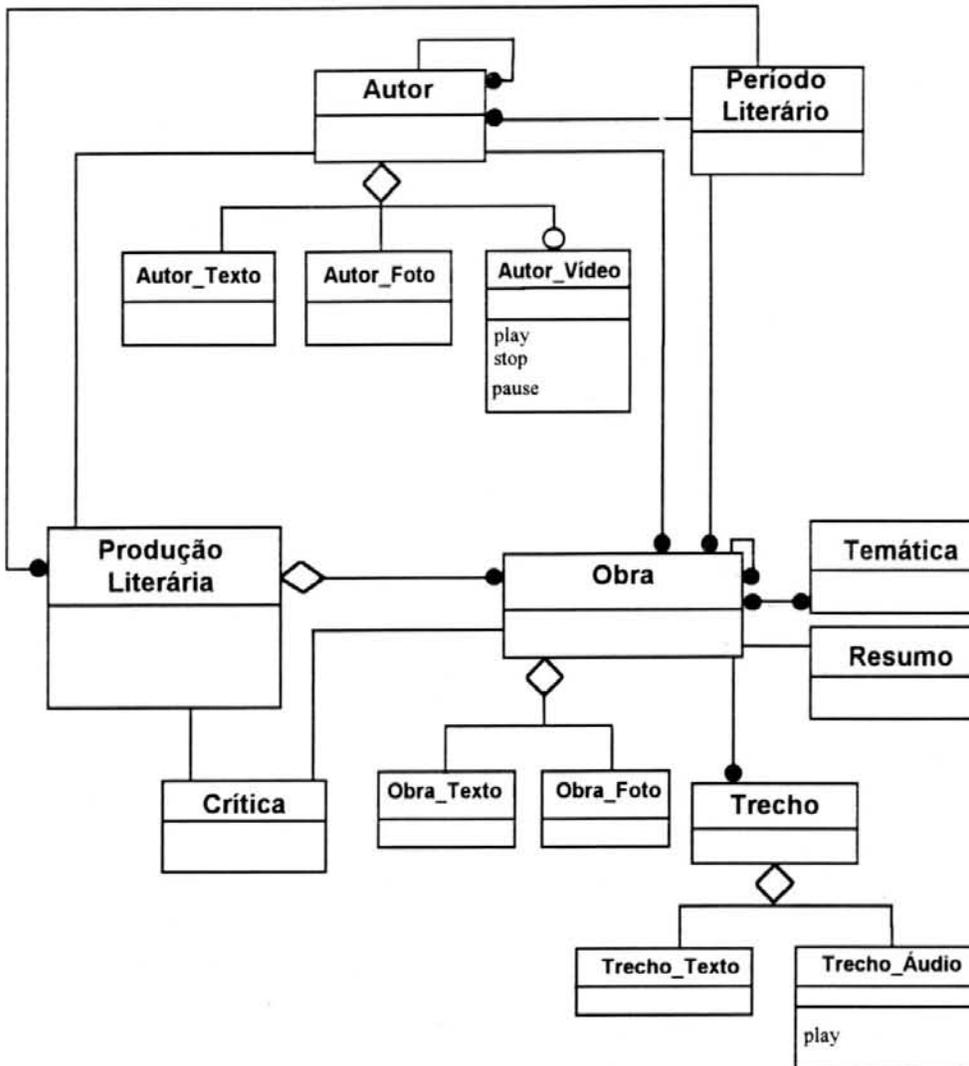


Figura 6.6 Adicionando as diferentes mídias

Por fim deve-se diferenciar as classes abstratas das concretas. As classes abstratas do modelo em questão são *Período Literário*, *Autor*, *Obra* e *Trecho*, já que não se têm instâncias destas classes. Devem ser marcadas com traço duplo, como mostra a figura 6.7.

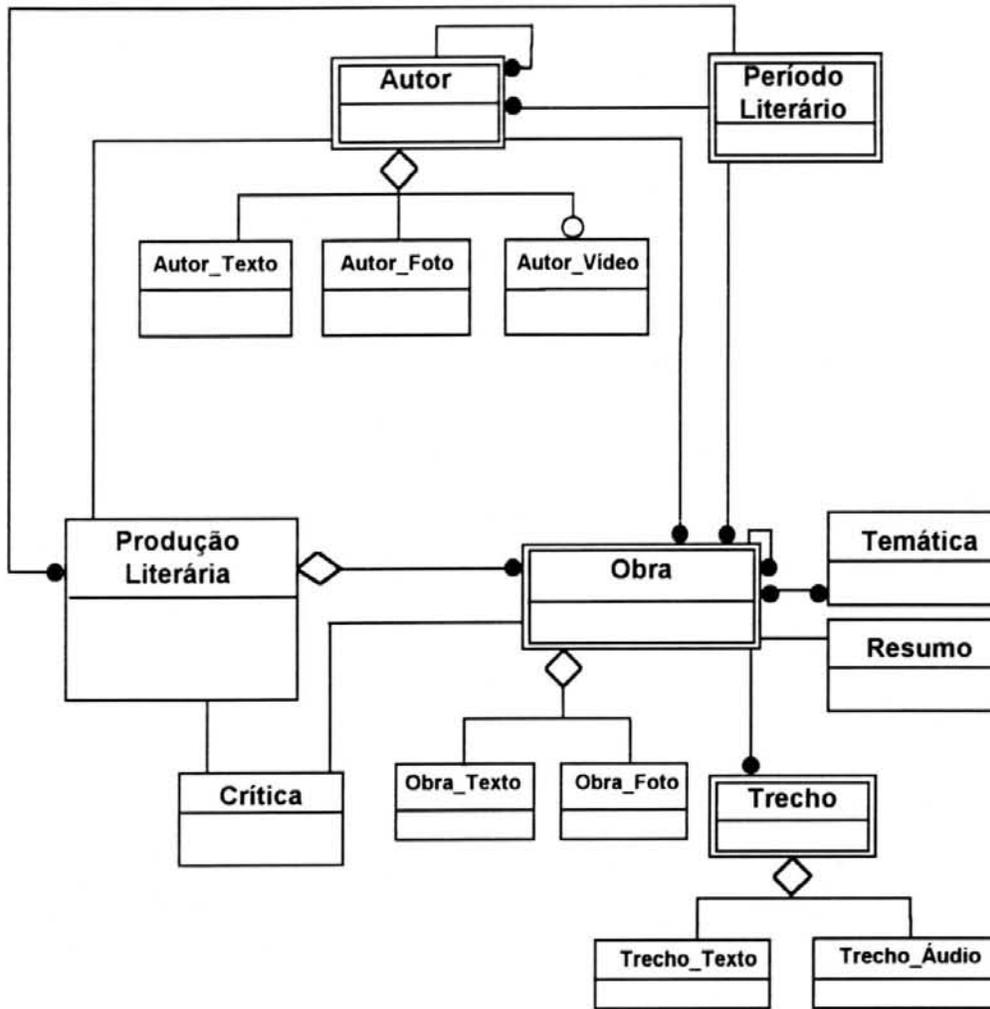


Figura 6.7 Definindo as classes abstratas

#### 6.4 O Modelo de Navegação

Para que se possa analisar as associações facilmente, as mesmas são listadas em uma tabela, juntamente com as classes participantes, a cardinalidade e direção (tabela 6.1).

Tabela 6.1 Tabela de associações

Associação	Participantes	Cardinalidade			Direção	
		1:1	1:N (ou N:1)	N:M	Uni	Bi
referencia	Autor-Autor		X		X	
pertence	Autor-Período Literário		X			X
produziu	Autor-Produção Literária	X				X
escreveu	Autor-Obra		X			X
possui	Produção Literária- Crítica	X			X	
consiste_de	Produção Literária- Obra		X			X
possui	Período Literário- Obra		X			X
possui	Período Literário- Produção Literária		X		X	
referencia	Obra-Obra		X		X	
ilustrada_por	Obra-Trecho		X		X	
possui	Obra-Resumo	X			X	
relacionada_com	Temática-Obra			X	X	
possui	Obra-Crítica	X			X	

A cardinalidade da tabela de associações é extraída diretamente do modelo de hiperobjetos. A determinação da direção da associação - se é unidirecional ou bidirecional - é uma decisão de projeto. Uma associação é unidirecional se for possível percorrê-la somente em um sentido. Uma associação é bidirecional se puder ser percorrida nos dois sentidos.

Na tabela 6.1, a associação *referencia Autor-Autor* foi definida como unidirecional. Isto significa que, a partir de um *autor A*, pode-se alcançar os autores para os quais o *autor A* faz referência. Porém não é possível, a partir do *autor A* alcançar os autores que o referenciam .

Já a associação *escreveu Autor-Obra* é bidirecional. Pode-se, por exemplo, percorrer o sentido *Autor-Obra*, para descobrir que obras um autor escreveu. Já o sentido inverso, *Obra-Autor*, permite conhecer o autor de uma determinada obra.

A partir da tabela 6.1, pode-se então definir os elos da aplicação hipermídia. Antes porém, são definidos os contextos de navegação da aplicação.

#### 6.4.1 Contextos de Navegação

Uma das maneiras de se evitar a desorientação é a definição dos contextos de navegação. Deve-se, portanto, dar uma atenção especial a este passo.

Não existe uma relação direta entre as classes do modelo de hiperobjetos e os contextos. Um contexto pode ser definido por uma classe ou por um conjunto de classes. Em alguns casos, uma classe pode dar origem a mais de um contexto.

Foram identificados quatro contextos de navegação na aplicação modelada :

1. Períodos Literários
2. Autores
3. Obras
4. Temáticas

A figura 6.8 mostra como são reunidas as classes em contextos. Cada contexto aparece com um número, dentro de um retângulo com linha tracejada.

Após a definição dos contextos, a cada classe do modelo deve ser assinalado um contexto 'default'. Por exemplo, o contexto 'default' da classe *Autor* é

*Autores*. Porém a classe *Autor* pode estar associada com outros contextos. Por exemplo, se o período literário *Romance de 30* estiver sendo examinado, e se quer<sup>zm</sup> conhecer os autores que fizeram parte deste período, deve-se permanecer no contexto *Romance de 30*, e os autores acessados serão somente os deste período. A tabela 6.2 relaciona as classes do modelo, seu contexto 'default' (definido na figura 6.8) e outros contextos que pode estar associada.

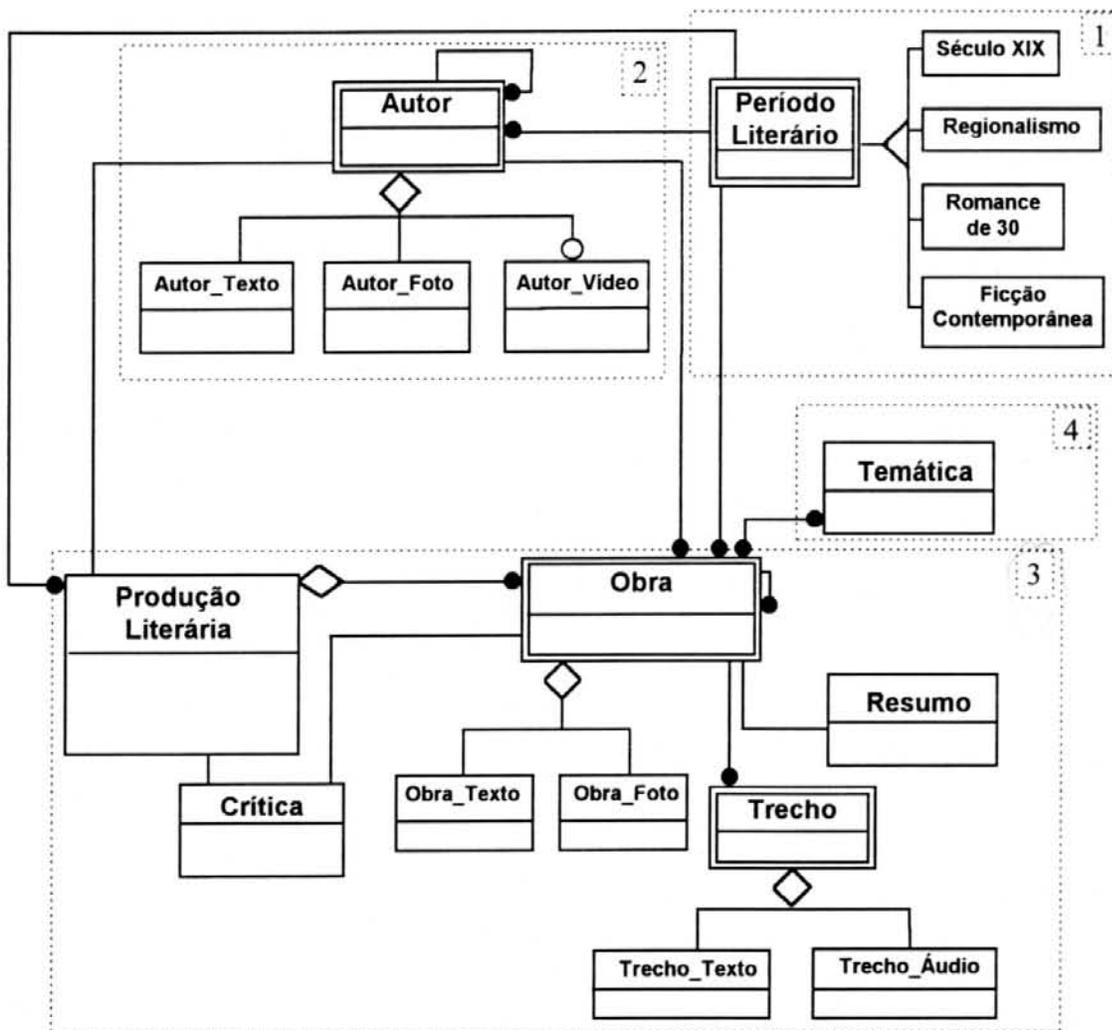


Figura 6.8 Definindo os contextos de navegação

Tabela 6.2 Classes e seus respectivos contextos

Classe	Contexto 'default'	Contextos Associados
<i>Período Literário</i>	<i>Períodos Literários</i>	
<i>Autor</i>	<i>Autores</i>	<i>Períodos Literários</i>
<i>Obra</i>	<i>Autores</i>	<i>Obras</i> <i>Períodos Literários</i> <i>Temáticas</i>
<i>Temática</i>	<i>Temáticas</i>	
<i>Produção Literária</i>	<i>Obras</i>	
<i>Resumo</i>	<i>Obras</i>	
<i>Trecho</i>	<i>Obras</i>	
<i>Crítica</i>	<i>Obras</i>	

Pela tabela 6.2, pode-se verificar que as únicas classes que possuem contextos associados são *Autor* e *Obra*. Um caso de particular interesse é o contexto 'default' da classe *Obra*. Ao contrário do que se poderia imaginar, foi atribuído *Autores* como seu contexto 'default'. Estabelece-se deste modo, como regra geral, que normalmente uma obra sempre estará vinculada a um determinado autor. Este tipo de decisão nem sempre é imediato. Muitas vezes ocorre após a definição dos tipos de elos e de estruturas de dados (seção 6.4.4).

#### 6.4.2 Navegação Sensível ao Contexto

As figuras 6.9 e 6.10 mostram duas possíveis maneiras de se chegar a obras do Romance de 30. Na primeira (figura 6.9), o usuário seleciona o *Romance de 30* no contexto *Períodos Literários*. Se navegar para autores, obtém os autores deste período, que são Cyro Martins, Dyonélio Machado e Érico Veríssimo. E examina, para cada autor, as suas obras.

Na segunda maneira (figura 6.10), o usuário seleciona o *Romance de 30*, e a partir daí navega para as obras deste período. Ele não está interessado em conhecer detalhes sobre os autores. Ele obtém a lista completa de obras escritas no período literário *Romance de 30*.

O fundamental nestes dois exemplos é que ao navegar pela hiperbase, o contexto corrente é levado em consideração. O HMT define este modo de navegação como sendo *sensível ao contexto*, conceito este baseado em [RAD 91].

Mas e se o usuário estiver pesquisando o *Romance de 30* e desejar conhecer todos os escritores de ficção no Rio Grande do Sul ? Pelo HMT, terá necessariamente de buscar o ponto de entrada *Autores* (os pontos de entrada serão vistos na seção 6.4.5).

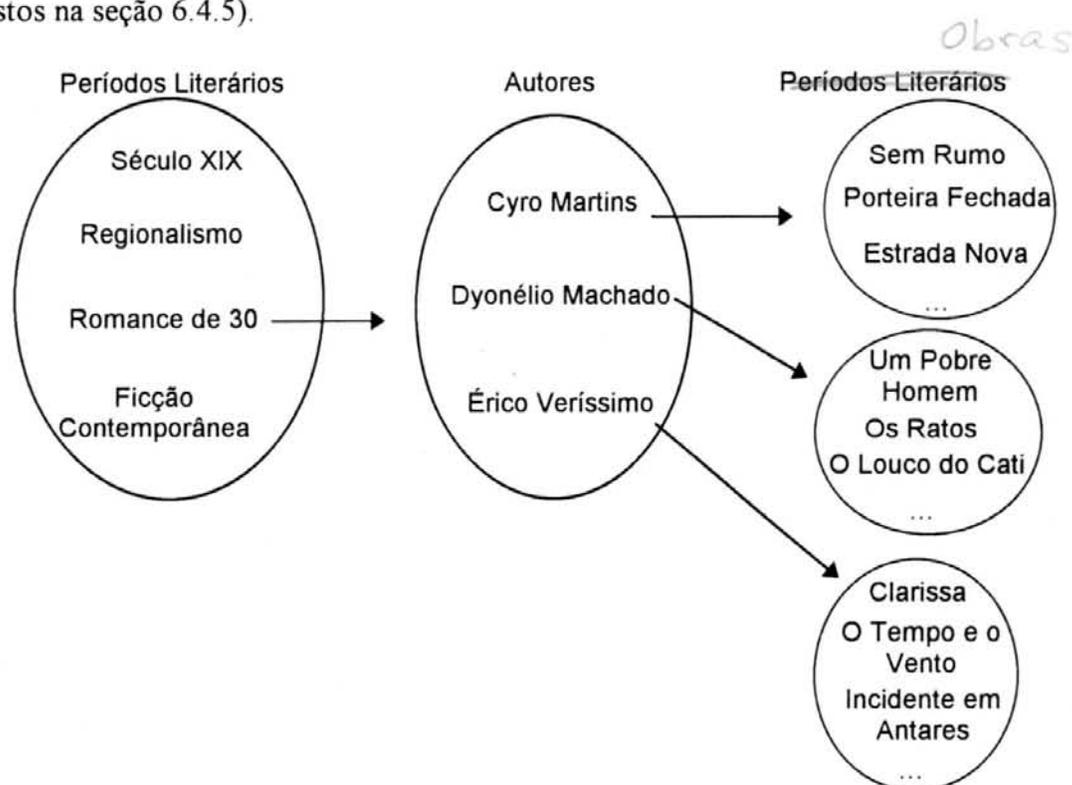


Figura 6.9 Exemplo de navegação Sensível ao Contexto

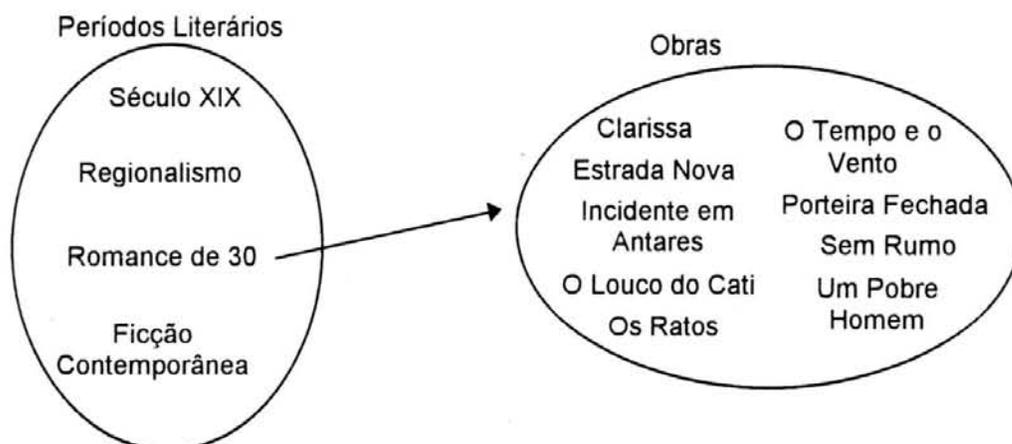


Figura 6.10 Outro exemplo de navegação Sensível ao Contexto

### 6.4.3 Navegação Livre de Contexto

A *navegação livre de contexto* não leva em consideração o contexto corrente na hiperbase. O novo contexto assumido passa a ser o contexto 'default' da classe a que pertencer o nó.

No modelo proposto, um autor pode referenciar outro autor. Por exemplo, o autor Josué Guimarães pode ter tido Érico Veríssimo como influência. A navegação entre Josué Guimarães e Érico Veríssimo deve ser livre de contexto, já que não existe motivo para uma vinculação por contexto entre estes dois autores.

### 6.4.4 Tipos de Elos e de Estruturas de Acesso

Como dito anteriormente, uma associação pode gerar um elo, um conjunto de elos ou uma estrutura de acesso. A navegação pode ser sensível ou livre de contexto. Os elos podem ser uni ou bidirecionais. As estruturas de acesso podem ser índices, roteiros guiados ou roteiros guiados indexados (como no RMD). Um elo simples estabelece um vínculo em um sentido, guardando informações de contexto e de 'backtrack' (retorno) (figura 6.11). Pode ser representado por uma classe, o que permite a criação de uma hierarquia de elos como no EORM.

Elo_simples
fonte destino contexto backtrack
segue retorna

Figura 6.11 Classe de elo simples

A tabela 6.1 foi utilizada como base para gerar a tabela 6.3. Caso existam, as associações bidirecionais devem ser reescritas também no sentido inverso, já que cada sentido tem uma interpretação diferente. Onde não houver indicação contrária, a navegação pelo elo é sempre livre de contexto.

Tabela 6.3 Tabela de associações com tipos de elos e estruturas de acesso

<b>Classe 1</b>	<b>Associação</b>	<b>Classe 2</b>	<b>Card.</b>	<b>Tipo de elo/Estrutura de Acesso</b>
Autor	referencia	Autor	1:N	N elos simples
Autor	pertence	Período Literário	1:1	1 elo simples
Período Literário	possui	Autor	1:N	Roteiro Guiado Indexado sensível ao contexto
Autor	produziu	Produção Literária	1:1	1 elo simples
Produção Literária	produzida_por	Autor	1:1	1 elo simples
Autor	escreveu	Obra	1:N	N elos simples sensíveis ao contexto
Obra	escrita_por	Autor	1:1	1 elo simples
Produção Literária	possui	Crítica	1:1	1 elo simples
Produção Literária	consiste_de	Obra	1:N	Roteiro Guiado Indexado sensível ao contexto
Produção Literária	pertence	Período Literário	1:1	1 elo simples
Obra	pertence	Produção Literária	1:1	1 elo simples
Período Literário	possui	Obra	1:N	Roteiro Guiado Indexado sensível ao contexto
Obra	pertence	Período Literário	1:1	1 elo simples
Obra	referencia	Obra	1:N	N elos simples
Obra	ilustrada_por	Trecho	1:N	N elos simples
Obra	possui	Resumo	1:1	1 elo simples
Obra	possui	Crítica	1:1	1 elo simples
Temática	relacionada_com	Obra	1:N	Roteiro Guiado sensível ao contexto

### 6.4.5 Pontos de Entrada

A partir do modelo de hiperobjetos com contextos de navegação estabelecidos, definem-se os pontos de entrada que nada mais são do que pontos de acesso inicial. Estes pontos devem sempre estar disponíveis para o usuário. Eles aparecem marcados com seta dupla na figura 6.12 (a figura é uma simplificação do modelo de hiperobjetos, onde só aparecem as classes que servem como ponto de entrada).

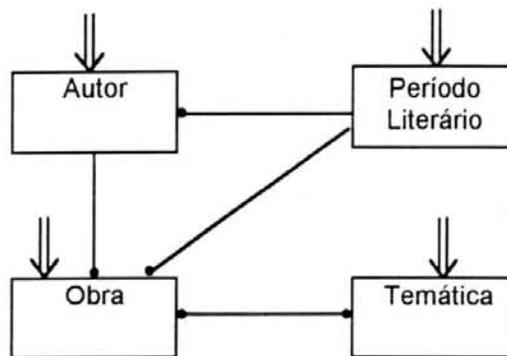


Figura 6.12 Identificando os Pontos de Entrada

Normalmente, cada contexto define um ponto de entrada. Pode ocorrer, contudo, de um contexto não possuir ponto de entrada. No modelo apresentado, se não se desejasse o acesso inicial por obras, elas só poderiam ser alcançadas através de outros contextos. A classe *Resumo*, por exemplo, não está definida como um ponto de entrada. Logo, não será possível conhecer o resumo de uma obra, sem antes passar pela obra propriamente dita, já que o único caminho de acesso para a classe *Resumo* é a classe *Obra*.

### 6.4.6 Diagrama de Navegação

O diagrama de navegação proporciona uma visão geral da navegação pelas estruturas de acesso e dos pontos de entrada. A figura 6.13 mostra o diagrama.

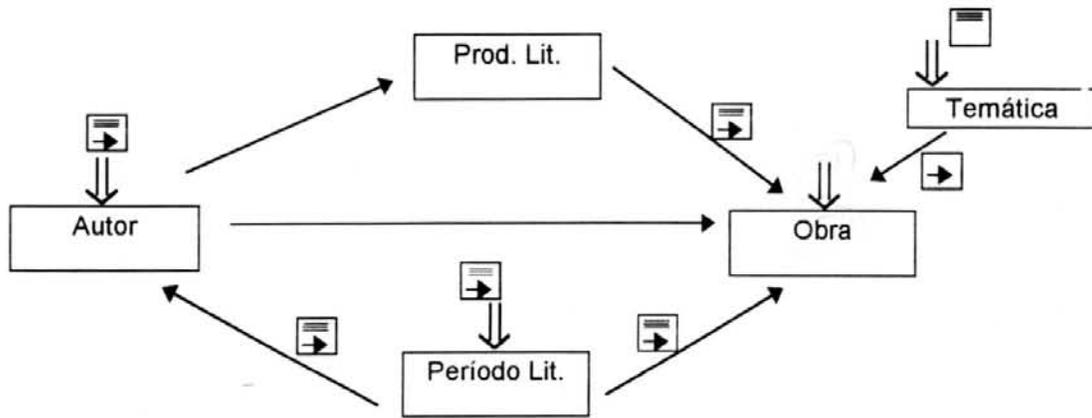


Figura 6.13 Diagrama de Navegação

## 6.5 O Modelo de Interface

Para definição do 'layout' de tela básico pode-se utilizar algum tipo de metáfora, relacionado com as estruturas de acesso seleccionadas. Como exemplo de metáforas, encontram-se [WOO 91]:

- livro
- biblioteca
- viagem
- filme
- mapa
- linha de tempo

A aplicação projetada não utiliza metáfora explicitamente. Apenas usamos os conceitos de *livro* para percorrer algumas informações na área de conteúdos.

Pode-se ter uma idéia mais precisa do modelo de interface projetado, através das figuras 6.14 a 6.23 (se encontram no final deste capítulo), que representam telas da aplicação implementada.

A área de conteúdos aparece em destaque, claramente diferenciando-se das demais áreas. O controle de navegação aparece à direita, com quatro botões. A parte inferior da tela é reservada para auxílio à navegação e para as opções. Este 'layout' de tela básico é único, independente do contexto em que o usuário se encontre.

Na figura 6.15, pode-se ter uma idéia de como são apresentados os diferentes objetos que constituem a classe *Autor*. Uma instância de *Autor\_Texto* e de *Autor\_Foto* são apresentadas sempre na mesma posição, como pode ser percebido pela figura 6.16. A única diferença na página de conteúdos, é a apresentação de um ícone de câmera de vídeo na figura 6.15 que não aparece na 6.16. Pelo modelo da aplicação, a classe *Autor\_Video* é opcional.

Ainda na figura 6.15, aparecem âncoras grifadas na cor vermelha que correspondem à implementação dos "N elos simples" entre as classes *Autor* e *Obra*. Já a implementação do elo simples entre *Autor* e *Produção Literária* aparece como um botão com desenho de um livro na área de controle de navegação.

Um importante aspecto no projeto da interface é a questão da identidade visual. É importante o usuário poder identificar o tipo de informação apresentada. Isto pode ser feito através de cores que identificam os diferentes contextos, através de ícones e/ou de texto com este tipo de informação. A figura 6.15 mostra que na aplicação desenvolvida, foram implementados estes três tipos de informação visual. O perfil de autor em cor azul aparece no fundo da área de conteúdos, e o texto *autor* aparece no topo à direita. Já o contexto de obras (figura 6.18) utiliza o desenho de um livro em outra cor e com o respectivo texto.

## 6.6 A Implementação

Terminada a fase de projeto usando o HMT, têm-se as informações necessárias para se iniciar a implementação. Existem várias decisões de implementação que são independentes do projeto, mas que dependem do sistema de hipermídia utilizado. Esta dependência se deve ao fato de não existir um ambiente de

desenvolvimento que implemente diretamente os conceitos do HMT. Desta forma, o implementador deverá mapear os resultados do projeto no ambiente selecionado. Um dos critérios para a seleção deste ambiente deve ser, portanto, o grau de dificuldade de se fazer este mapeamento.

Outros fatores também devem ser levados em consideração na escolha do ambiente, como por exemplo, a existência dos mecanismos de 'backtrack' e de pesquisa 'full-text'. Embora seja possível programar estes mecanismos, será menos trabalhoso se já fizerem parte do sistema. [VIL 94] sugere um método para se proceder a esta escolha, atribuindo pesos aos diversos requisitos que o ambiente deveria possuir.

O sistema escolhido foi o TOOLBOOK da empresa Asymetrix, versão

3.0. Os motivos foram os seguintes:

- relativa experiência com este ambiente (embora em versão anterior), e
- as características do ambiente permitem a implementação de um protótipo.

No restante deste capítulo, são apresentados os resultados da implementação da aplicação. As figuras 6.14 a 6.23, que aparecem no final deste capítulo, apresentam telas extraídas da própria aplicação.

### **6.6.1 A preparação dos conteúdos**

Com base nos 'layouts' de telas, foram preparados os conteúdos do tipo texto, imagens, som e vídeo.

O tempo de leitura necessário para ler textos quando apresentados na tela do computador é de cerca de 30% a mais do que se os mesmos textos forem apresentados no papel, com aproximadamente o mesmo nível de compreensão segundo Shneiderman citado por [RAD 91]. Por este motivo, deve haver uma preocupação com a legibilidade do texto [KAH 94]. Deve-se tentar, o máximo possível, fazer com que o texto seja de fácil leitura e entendimento. Para isto, várias decisões devem ser tomadas:

- escolha de tipos (fontes);
- distinção tipográfica (negrito, itálico, ambos);
- margens;
- indentação de parágrafo;
- espaçamento de linhas, de parágrafos, de palavras e de caracteres;
- alinhamento (esquerda, direita, justificado, centralizado) e
- hifenização.

As imagens foram capturadas e apresentadas em tamanho uniforme, tanto para os ícones de livro (figura 6.22) como para livros expandidos (figura 6.18) e fotos de autores (figuras 6.15 e 6.16). Além disto, foram selecionados trechos de vídeos que adicionavam valor às informações fornecidas sobre os autores.

Os trechos de áudio também possuem um papel muito importante no entendimento das informações apresentadas. Foram inseridos leituras interpretadas de alguns trechos dos livros. A idéia é causar o impacto pela emoção que uma leitura com interpretação pode provocar.

### **6.6.2 A preparação do 'layout'**

Com base no modelo de interface, o 'layout' de tela é definido. Para a separação do controle de navegação com a área de conteúdos, criou-se a imagem de uma folha de papel "velha", "amarelada" e com as bordas desgastadas, como se costuma ver em livros já muito utilizados. Além disto, a folha está realçada, transmitindo o efeito de estar com o conteúdo principal da tela. É o foco principal para qual o usuário dirige sua atenção. Esta parte da tela será denominada "folha de conteúdos". As figuras 6.14 a 6.23 mostram telas da aplicação.

Cada contexto de navegação foi devidamente caracterizado com uma imagem e uma cor, criando uma identidade visual. O contexto autores é simbolizado pelo perfil de uma pessoa, pela cor azul, reforçado pela palavra autor no topo da

página. Não importa o tipo de navegação que o usuário tenha feito: toda vez que alcançar um objeto da classe *Autor*, as indicações visuais serão as mesmas (vide seção 3.1.6). Foram definidos também os ‘layouts’ para os contextos obras, períodos literários e temáticas.

À direita, ao lado da “folha”, foi reservado espaço para os controles de navegação. Observa-se aqui que as mesmas imagens que identificam os contextos, são utilizadas como ícones. Homogeneidade é a palavra chave. O mesmo símbolo aparece em todas páginas da aplicação com o mesmo significado.

O acesso aos pontos de entrada é definido como um ícone que reúne os contextos que podem ser alcançados: *Autores*, *Obras*, *Periodos Literários* e *Temáticas*, como pode ser visto à direita na parte inferior da área de controle de navegação na figura 6.15. Este ícone pode ser encontrado em todas as “folhas”, com exceção da tela de abertura (figura 6.14), que é para onde o usuário será levado por este botão.

A parte inferior da tela contém a informação do contexto de navegação e controles para navegar dentro do contexto. Como pode ser visto nas figuras de 6.15 a 6.23, o botão de “Volta” aparece sempre no mesmo local, e possui sempre a mesma semântica: retorna para o último nó visitado.

O último botão fixo, “Opções”, reúne diversas funcionalidades, tais como pesquisa ‘full-text’, cópia para área de trabalho e impressão. Está prevista também a facilidade de ‘backtrack’ generalizado (vide seção 3.1.3).

### **6.6.3 A navegação**

Nesta seção, serão apresentados exemplos de navegação. Cada exemplo é ilustrado com uma tela, para facilitar o entendimento.

Os pontos de entrada são utilizados para a montagem do menu principal da aplicação (figura 6.14). Este mesmo menu pode ser acessado de qualquer ponto da aplicação. As seguintes opções são apresentadas:

- *Autores* - dá uma breve descrição biográfica dos principais escritores do Rio Grande do Sul;
- *Obras* - apresenta algumas das obras mais importantes da literatura sul-riograndense;
- *Períodos Literários* - mostra os períodos literários da literatura gaúcha;
- *Temáticas* - apresenta roteiros guiados que permitem percorrer as obras relacionadas com um determinado tema.

A partir destas opções pode-se iniciar a navegação.

Ao se escolher a opção *Autores*, é exibido um índice de autores catalogados. Pode-se, por exemplo, selecionar o mais famoso escritor gaúcho: Érico Veríssimo (figura 6.15). Este nó é uma instância da classe *Autor* composta de um texto como dados biográficos do autor e uma fotografia do mesmo. É apresentado também um botão com o ícone de uma câmera, indicando haver um vídeo sobre Érico Veríssimo. É importante ressaltar que este ‘layout’ é o mesmo para qualquer autor, com exceção do ícone de vídeo, que é opcional.

Alguns trechos de texto marcados em vermelho indicam a presença de âncora embutida e de seu respectivo elo, correspondendo à implementação dos N elos simples da associação escreveu entre as classes *Autor* e *Obra*.

A informação de contexto de navegação - **8 de 11 Autores** - indica a semântica das setas: para a esquerda (navega para o sétimo autor) e para a direita (avança para o nono autor). O contexto ‘default’ de um objeto da classe *Autor* é *autores*. Dentro da folha de conteúdos, o usuário pode avançar as páginas que compõem o objeto Érico Veríssimo.

No lado inferior direito da “folha”, aparece o número da página corrente e o número total de páginas existentes, para o objeto *Érico Veríssimo* (um objeto pode ser quebrado fisicamente, porém logicamente, permanece como um só objeto).

A partir do nó autor Érico Veríssimo, a sua produção literária é alcançada pelo ícone de livro. Seleccionando-se este ícone, é percorrido o elo do tipo *produziu* entre as classes *Autor* e *Produção Literária*. A figura 6.22 mostra o objeto da classe *Produção Literária*.

É importante que se observem as informações de identidade visual: o desenho de um livro na “folha” e a palavra “obras” no topo. As miniaturas dos livros são na realidade âncoras de elos para objetos da classe *Obra*.

A Produção literária de Érico possui 3 páginas. Na segunda página (figura 6.23), é encontrado o ícone do livro *O Tempo e o Vento*, que é seleccionado. A figura 6.19 mostra este objeto.

O contexto de navegação informa: “9 de 15 Obras de Érico Veríssimo”. Se for seleccionada a seta da esquerda, pode-se alcançar a oitava obra; se for a seta da direita, navega-se para a décima. A figura 6.18 mostra a mesma tela, porém no contexto *obras*: “80 de 100 obras”, o que indica que a navegação está sendo realizada entre todas as obras que compõem a hiperbase. A próxima obra deste contexto, a de número 81, não necessariamente é de Érico Veríssimo.

Pode-se verificar a crítica feita à obra de Érico através da âncora do elo definido pela associação *possui* entre as classes *Obra* e *Crítica*.

A figura 6.20 mostra a segunda tela da obra *O Tempo e o Vento*. Porém o contexto é *períodos literários*; no caso, obras do Romance de 30. Na área de conteúdos, pode-se seleccionar a âncora *narrativa*. Um objeto da classe *Trecho* é exibido sem troca de página nem de contexto. Apenas a janela contendo o texto do trecho é exibida, com a opção de áudio que contém a narração do mesmo trecho (figura 6.21).

A figura 6.17 mostra a mesma tela da figura 6.15. Porém, agora o contexto é diferente: o ponto de entrada foi feito através do contexto *Períodos Literários*, seleccionando-se o *Romance de 30* e o autor Érico Veríssimo. O contexto está assim indicado: “3 de 3 Autores do Romance de 30”.

É importante observar que nem sempre o projetista consegue antecipar todas as intenções do usuário. É por este motivo que o mecanismo de pesquisa ‘full-text’ deve estar presente e ativado sempre da mesma forma, exibindo todos os nós que satisfazem a pesquisa. Na aplicação, aparece com uma das opções do botão “Opções”.

## 6.7 Conclusões

As experiências com a utilização da aplicação literária “Ficção no Rio Grande do Sul” têm demonstrado ser fácil para o usuário entender o modo como foram estruturadas as informações.

Em primeiro lugar, com o uso do HMT foi possível uma melhor compreensão do domínio do problema, com o modelo de objetos. A partir daí o projeto da aplicação, utilizando os modelos de hiperobjetos, de navegação e de interface, permitiu a implementação de uma aplicação de alta qualidade.

A consistência obtida tanto no aspecto visual, com a interface, como no aspecto navegacional, com as informações de contexto, permite uma navegação com pequena probabilidade de desorientação<sup>18</sup>. E esta desorientação é um dos principais problemas que o usuário enfrenta ao navegar em aplicações feitas sem a utilização de alguma metodologia ou técnica de projeto.

Outro benefício que o HMT proporcionou diz respeito à melhoria na comunicação com o usuário e com a equipe de desenvolvimento.

---

<sup>18</sup> Em realidade, não foi feito um teste de campo com uma amostragem que nos permita afirmar que a aplicação está livre do problema de desorientação. Porém os primeiros resultados são realmente animadores.

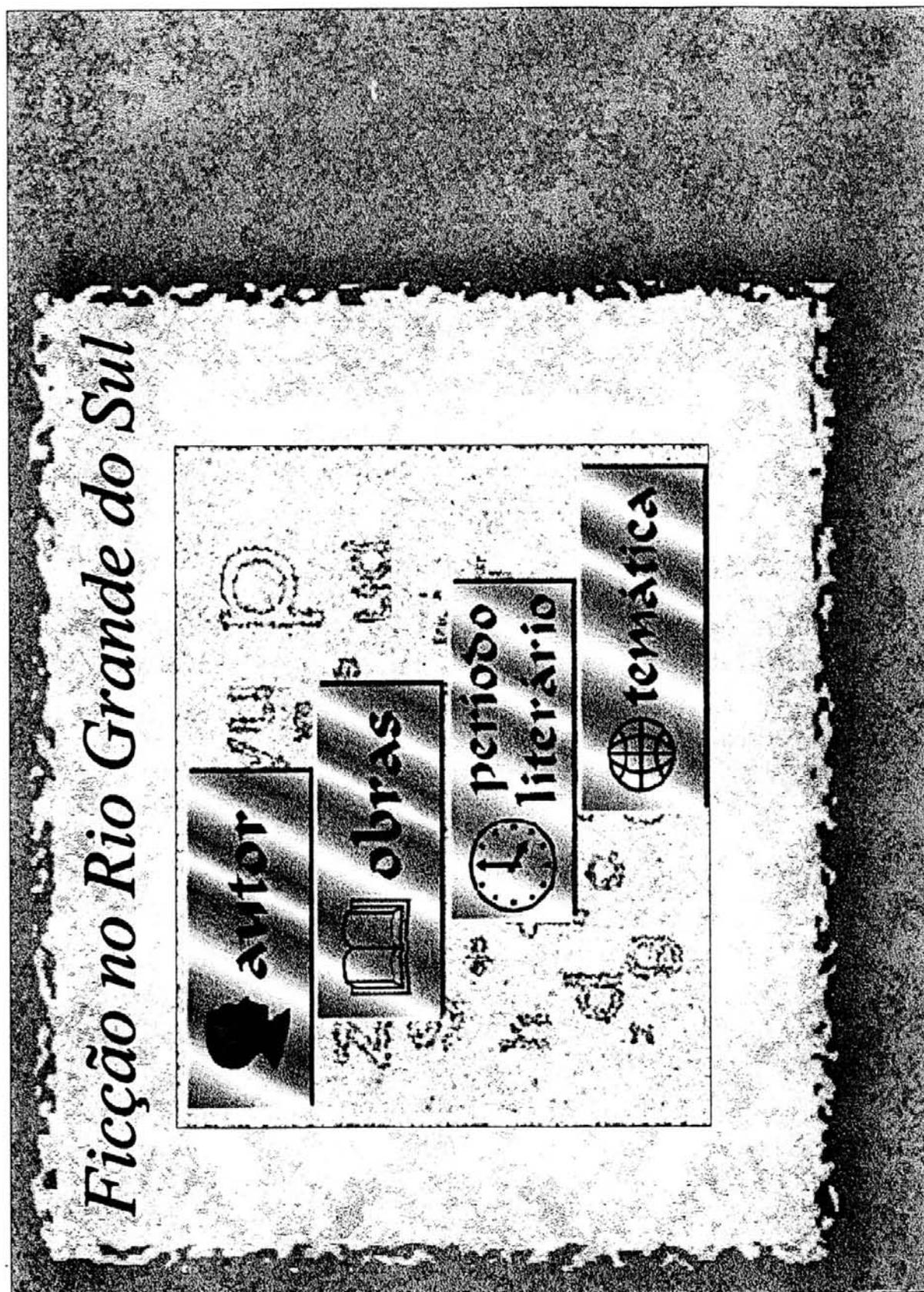


Figura 6.14 - Menu principal

# autor

## Erico Verissimo (1905-1975)



Nasceu em Cruz Alta, filho de uma família de estancieiros arruinados. Muito jovem montou uma farmácia, falindo em seguida por incapacidade para a vida capitalista. Foi para Porto Alegre, onde acabaria trabalhando na Editora Globo como revisor e tradutor.

Sua estréia deu-se em 1933 com o livro de contos *Fantoches*, cuja edição queimou num incêndio. Os romances escritos posteriormente deram-lhe fama.

Depois de Jorge Amado, foi o maior sucesso de público conhecido da literatura brasileira. Esteve várias vezes nos Estados Unidos, ministrando conferências e cursos.

Era casado desde 1931 com Mafalda Halfen Volpe, e com ela teve dois filhos: Clarissa e Luis Fernando. Em 1934 conquistou, com *Música ao Longe*, o Prêmio Machado de Assis, da Companhia Editora Nacional e, no ano seguinte, seu *Caminhos Cruzados* era premiado pela fundação Graça Aranha.

Em 1949, publica *O Continente*, primeiro volume de *O Tempo e o Vento*, alcançando repercussão tanto de leitores quanto da crítica.

1/2



Opções

Volta



8 de 12 autores



Figura 6.15 - Autor em contexto autores

# autor

## Cyro Martins (1908-1995)

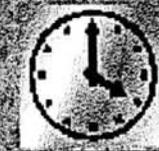


Nascido em Quaraí, mudou-se para Porto Alegre onde se formou médico em 1933. No ano seguinte, publicou seu primeiro livro: Campo Fora.

Especializou-se em Neurologia e Psiquiatria no Rio de Janeiro. Em 1939, abriu seu primeiro consultório em Porto Alegre.

Após realizar formação psicanalítica na Argentina no Instituto de Psicanálise da Associação Psicanalítica Argentina, foi eleito presidente da Sociedade de Neurologia, Psiquiatria e Neurocirurgia e iniciou atividade de professor no Instituto de Psicanálise.

Entre 1968 e 1977, publicou diversos livros sobre psicanálise. Em 1982, recebeu o título de cidadão honorário de Porto Alegre conferido pela Câmara de Vereadores e em 1983 a medalha Cidade de Porto Alegre, por relevantes serviços prestados à comunidade.



Opções

Volta



5 de 12 autores



## Erico Verissimo (1905-1975)



Nasceu em Cruz Alta, filho de uma família de estancieiros arruinados. Muito jovem montou uma farmácia, falindo em seguida por incapacidade para a vida capitalista. Foi para Porto Alegre, onde acabaria trabalhando na Editora Globo como revisor e tradutor.

Sua estréia deu-se em 1933 com o livro de contos *Fantoches*, cuja edição queimou num incêndio. Os romances escritos posteriormente deram-lhe fama.

Depois de Jorge Amado, foi o maior sucesso de público conhecido da literatura brasileira. Esteve várias vezes nos Estados Unidos, ministrando conferências e cursos.

Era casado desde 1931 com Mafalda Halfen Volpe, e com ela teve dois filhos: Clarissa e Luis Fernando. Em 1934 conquistou, com *Música ao Longe*, o Prêmio Machado de Assis, da Companhia Editora Nacional e, no ano seguinte, seu *Caminhos Cruzados* era premiado pela fundação Graça Aranha.

Em 1949, publica *O Continente*, primeiro volume de *O Tempo e o Vento*, alcançando repercussão tanto de leitores quanto da crítica.

1/2

# autor



Opções

Volta



3 de 3 autores do Romance de 30



Figura 6.18 - Livro no contexto obras

## O Tempo e o Vento - O Continente (1949)

**obras**



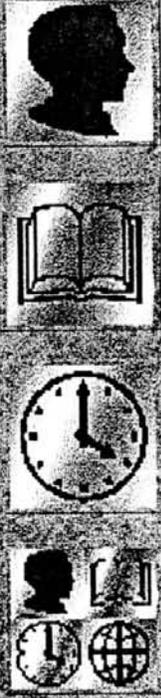
A obra definitiva de Erico Verissimo começou e ser publicada em 1949.

A idéia dominante é a do romance cíclico, conforme atesta a epígrafe que abre a obra, retirada dos Eclesiastes.

Há no texto um debate entre duas forças: a do tempo e a do vento. O tempo é passagem, destruição. O vento é permanência, memória. No romance a vitória parece ser do tempo, pois a corrosão é geral.

[Resumo](#) [Crítica](#)

[Opções](#) [Volta](#) [80 de 100 obras](#)



# obras

## O Tempo e o Vento - O Continente (1949)



A obra definitiva de Erico Verissimo começou a ser publicada em 1949.

A idéia dominante é a do romance cíclico, conforme atesta a epígrafe que abre a obra, retirada dos Eclesiastes.

Há no texto um debate entre duas forças: a do tempo e a do vento. O tempo é passagem, destruição. O vento é permanência, memória. No romance a vitória parece ser do tempo, pois a corrosão é geral.

[Resumo](#)

[Crítica](#)

[Opções](#)

[Volta](#)

9 de 15 obras de Erico Verissimo



Figura 6.19 - Livro no contexto autor

Figura 6.20 - Livro no contexto período literário

## O Tempo e o Vento - O Arquipélago (1962)



O último livro da trilogia O Tempo e o Vento vive sob o signo da desintegração familiar dos Cambarás e tem como pano de fundo a oscilação dos fazendeiros gaúchos entre o seu máximo poder (episódio de 1930) e o seu imediato e inexorável ocaso.

Dois personagens polarizam O Arquipélago: o dr. Rodrigo e seu filho, Floriano.

O jogo temporal complementa um círculo no final do terceiro tomo de O Arquipélago, quando Floriano começa a escrever uma narrativa baseada na vida de seus antecedentes. O romance de Floriano termina o de Érico, mas é idêntico ao início de O Tempo e o Vento.

[Resumo](#) [Crítica](#)

[Opções](#) [Volta](#) [23 de 38 obras do Romance de 30](#)

# obras



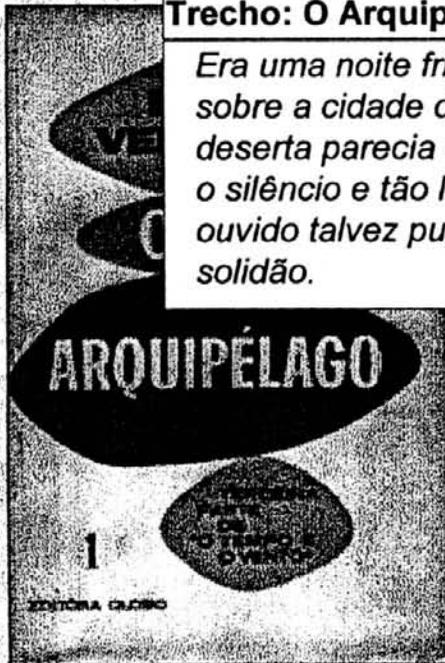
## O Tempo e o Vento - O Arquipélago (1962)

O último livro da trilogia O Tempo e

### Trecho: O Arquipélago - última página



*Era uma noite fria de lua cheia. As estrelas cintilavam sobre a cidade de Santa Fé, que de tão quieta e deserta parecia um cemitério abandonado. Era tanto o silêncio e tão leve o ar que se alguém aguçasse o ouvido talvez pudesse até escutar o sereno caindo na solidão.*

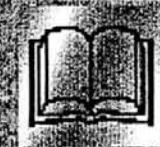


Arquipélago: o dr. Rodrigo e seu filho, Floriano.

O jogo temporal complementa um círculo no final do terceiro tomo de O Arquipélago, quando Floriano começa a escrever uma narrativa baseada na vida de seus antecedentes. O romance de Floriano termina o de Erico, mas é idêntico ao início de O Tempo e o Vento.

Resumo

Crítica



Opções

Volta

23 de 38 obras do Romance de 30

Figura 6.21 - Exemplo de um trecho de livro

# obras

## Erico Verissimo - Produção Literária

### Fase I

Assinalada pelo absoluto domínio do espaço urbano, ou seja, localiza-se no mundo citadino, em especial Porto Alegre. Características:

- a) registro da existência de uma pequena burguesia que se tornava o setor mais representativo de Porto Alegre.
- b) visão de mundo entre crítica e lírica. A burguesia e o patriciado rural são questionados.
- c) aparecimento dos mesmos personagens em várias narrativas.
- d) uso inovador da técnica do contraponto



Fantoches  
(1932)



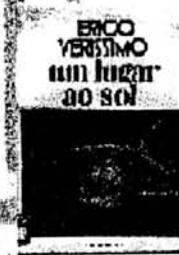
Clarissa  
(1933)



Caminhos  
Cruzados  
(1935)



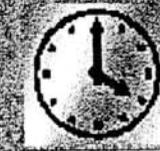
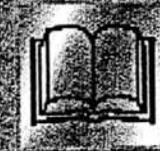
Música ao  
Longe  
(1935)



Um Lugar ao  
Sol  
(1936)



Olhai os Lírios  
do Campo  
(1938)



1/3

Opções

Volta

Figura 6.23 - Outra página de produção literária

# Erico Verissimo - Produção Literária

## obras

### Fase II

Esta fase é marcada pela sua obra definitiva e mais famosa: O Tempo e o Vento, composta de três partes: O Continente, O Retrato e O Arquipélago. Trata-se de um romance gigantesco com uma abrangência histórica de 200 anos, pois se inicia em 1745 e se encerra em 1945.

 Saga (1940)	 O Resto é Silêncio (1943)	 O Continente (1949)
 O Retrato (1951)	 Noite (1954)	 O Arquipélago (1961-1962)

2/3

Opções Volta

## 7 CONCLUSÕES, CONTRIBUIÇÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou e discutiu a modelagem e projeto de aplicações hipermídia. Foram levantados os motivos da necessidade de haver técnicas e metodologias específicas para este tipo de aplicação. Focalizou-se como problemas principais a serem resolvidos a desorientação do usuário, comumente conhecida como “perdidos no hiperespaço”, a falta de entendimento da estrutura da hiperbase por parte do usuário, além do baixo nível de abstração do modelo básico de nós e elos. Algumas possíveis soluções encontradas na literatura foram apresentadas. E mostrou-se que estas soluções não são suficientes para garantirem aplicações grandes e de qualidade.

Dentre as possíveis alternativas para a modelagem e projeto de aplicações hipermídia foram estudados o HDM, HDM2, RMD, EORM e OOHDM. Por ser uma área relativamente nova de pesquisa, é apresentado um pequeno resumo com exemplos de cada uma dessas técnicas. Para projetar aplicações hipermídia, é necessário decidir como dividir o domínio de informação em nós, como os nós resultantes vão ser conectados, e como o usuário irá interagir com o sistema.

A partir da identificação dos problemas inerentes às aplicações hipermídia e da análise das várias propostas, foi proposta uma técnica de modelagem e projeto de aplicações hipermídia, o HMT, levando em conta a simplicidade e riqueza semântica.

As principais características do HMT são:

- Identificação de quatro modelos para especificação de uma aplicação hipermídia: objetos, hiperobjetos, navegação e interface;
- Utilização do modelo de objetos do OMT para capturar a semântica do domínio da aplicação;
- Tratamento explícito do aspecto multimídia no modelo de hiperobjetos, com classes de objetos específicas;

- Especificação da navegação através do enriquecimento semântico das associações e da definição de contextos de navegação sensíveis e livres de contexto;
- Modelagem de interface como mecanismo para proporcionar identidade visual para o usuário.

Para se verificar a utilização prática do HMT bem como mostrar a viabilidade das idéias propostas, foi modelada, projetada e implementada uma aplicação de informações sobre literatura, mais precisamente o gênero ficção, no Rio Grande do Sul.

### **7.1 Contribuições**

O uso da técnica HMT apresentou os seguintes benefícios:

- melhoria na comunicação entre projetista, implementador e usuário;
- independência do sistema hipermídia utilizado;
- ótima captura e organização da estrutura.

A técnica HMT proposta também traz como contribuição o fácil entendimento da estrutura da aplicação, o que é essencial para diminuir o problema de desorientação. Na realidade, a obtenção de estruturas compreensíveis se deve ao fato de se poder identificar classes de nós e de se navegar por contextos, que permite uma exploração mais rica da hiperbase.

### **7.2 Trabalhos Futuros**

Alguns aspectos não foram tratados no presente trabalho. Como foi desenvolvida apenas uma aplicação na área de literatura, não foi possível avaliar a aplicabilidade da técnica em outras áreas.

Outro aspecto não tratado diz respeito a aplicações nas quais o usuário pode alterar ou incluir novas informações. O uso do modelo de objetos do OMT

possibilita a extensão do HMT para modelar e projetar aplicações do tipo macrotexto e 'grouptext' para sistemas macro-literários e ferramentas de exploração de problemas.

Por exemplo, em aplicações do tipo 'grouptext' ou em ferramentas de exploração de problemas, o usuário pode adicionar informações à hiperbase. Suponha-se que, na aplicação literária, se deseje permitir que o usuário possa incluir comentários sobre uma obra, ou sobre a crítica à produção literária ou a crítica a um determinado livro. Baseado em [LAN 94], isto apareceria deste modo no modelo de hiperobjetos:

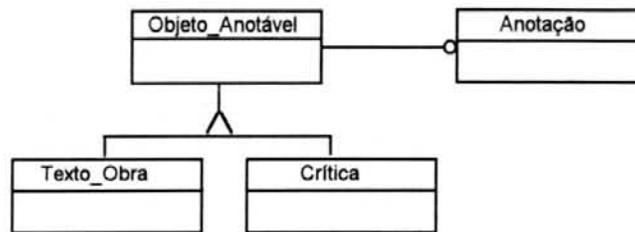


Figura 7.1 Objetos anotáveis

Além disto, através das operações previstas no modelo, pode-se especificar controle de acesso e verificação de restrições.

A especificação de roteiros guiados deverá ser melhor trabalhada. Uma idéia que não foi investigada, mas que parece ser interessante, é possibilitar ao usuário que crie roteiros guiados personalizados. O usuário então passa a personificar o *editor de trilhas*, como previu o visionário Vannevar Bush [BUS 45].

Quanto aos modelos utilizados, o que merece maior atenção é o de interface. Ele deve ser acompanhado de uma notação para a criação de diagramas, que especifique a interação do usuário com a aplicação. O ADV ('Abstract Data Views') sugerido em [SCH 95] deverá ser examinado, bem como outras possibilidades.

Além disto, é de suma importância a avaliação das aplicações desenvolvidas quanto a qualidade. Deve-se, pois, criar critérios para que se possa medir a qualidade das aplicações.

## 8 BIBLIOGRAFIA

- [BAL 94] BALASUBRAMANIAN, P.; ISAKOWITZ, T.; STOHR, E. Designing Hypermedia Applications. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 27., 1994, Maui, Hawaii. **Proceedings...** New York: IEEE, 1994.
- [BAL 94a] BALASUBRAMANIAN, P.; ISAKOWITZ, T.; STOHR, E. RMD: A Methodology for the Design of Hypermedia Applications. In: WORKSHOP ON METHODOLOGIES FOR DESIGNING AND DEVELOPING HYPERMEDIA APPLICATIONS, 1994, Edinburgh, Scotland. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 1994.
- [BRO 90] BROWN, P. Assessing the Quality of Hypertext Documents. In: EUROPEAN CONFERENCE ON HYPERTEXT, 1990, Paris, France. **Proceedings...** Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 264p. p.1-12.
- [BUS 45] BUSH, V. As We May Think. **Atlantic Monthly**, New York, v. 176, n. 1, p. 101-108, July, 1945.
- [BUT 93] BUSTAMANTE, M.; LIMA, J.V. Consultas tipo SQL como meio de Auxílio à Busca de Informação em um Banco de Documentos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BANCO DE DADOS, 8., 1993, Campina Grande, Paraíba. **Anais...** Campina Grande: DSC/CCT/UPFB, 1993. 430p. p.164-175.
- [CAM 88] CAMPBELL, B.; GOODMAN, J.M. HAM: A General Purpose Hypertext Abstract Machine. **Communications of the ACM**, New York, v. 31, n. 7, p. 856-861, July 1988.

- [CAT 91] CATLIN, K.; GARRET, L. Hypermedia Templates: An Author's Tool. In: ACM CONFERENCE ON HYPERTEXT, 1991, San Antonio, Texas. **Proceedings...** New York: ACM, 1991. 485p. p.147-160.
- [CHE 76] CHEN, P. The Entity Relationship Model - Toward a Unified View of Data. **ACM Transactions on Database Systems**, New York, v.1 , n.1, Mar. 1976.
- [CON 87] CONKLIN, J. Hypertext: An Introduction and Survey. **IEEE Computer**, New York, v.20, n.9, p.17-41, Sept. 1987.
- [DAM 88] DAM, A. V. Hypertext'87 Keynote Address. **Communications of the ACM**, New York, v.31, n.7, p.887-895, July 1988.
- [FUR 89] FURUTA, R. ; STOTTS, P.D. Programmable Browsing Semantics in Trellis. In: ACM CONFERENCE ON HYPERTEXT, 1989, Pittsburgh, Pennsylvania. **Proceedings...** New York: ACM, 1989. 403p. p.27-42.
- [FUR 90] FURUTA, R. ; STOTTS, P.D. The Trellis Hypertext Reference Model. In: HYPERTEXT STANDARDIZATION WORKSHOP, 1990, Gaithersburg, Maryland. **Proceedings...** Washington: NIST, 1990. 269p. p. 83-93.
- [GAR 88] GARG, P.K. Abstraction Mechanisms in Hypertext. **Communications of the ACM**, New York, v. 31, n. 7, p. 862-870, July 1988.
- [GAR 90] GARZOTTO, F. et al. **HDM - Hypermedia Design Model**. Milano: Dept. of Electronics, Politecnico di Milano, 1990. (Technical Report, n.90-40).
- [GAR 91] GARZOTTO, F.; PAOLINI, P.; SCHWABE, D. HDM - A Model for the Design of Hypertext Applications. In: ACM CONFERENCE ON HYPERTEXT, 1991, San Antonio, Texas. **Proceedings...** New York: ACM, 1991. 485p. p.313-328.

- [GAR 93] GARZOTTO, F.; PAOLINI, P.; SCHWABE, D. HDM - A Model Based Approach to Hypermedia Application Design. **ACM Transactions on Office Information Systems**, New York, v. 11, n. 1, p.1-26, Jan. 1993.
- [GAR 93a] GARZOTTO, F. MAINETTI, L.; PAOLINI, P. Navigation Patterns in Hypermedia Data Bases. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 26., 1993, Maui, Hawaii. **Proceedings...** New York: IEEE, 1993. p. 257-269.
- [GAR 93b] GARZOTTO, F. MAINETTI, L.; PAOLINI, P. Navigation in Hypermedia Applications: Modeling and Semantics. **Journal of Organizational Computing**, (to appear).
- [GAR 93c] GARZOTTO, F.; MAINETTI, L.; PAOLINI, P. HDM2: Extending the E-R Approach to Hypermedia Application Design. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE ENTITY-RELATIONSHIP APPROACH, 1993, Arlington, Texas.. **Proceedings...** New York: 1993. p.175-186.
- [GAR 94] GARZOTTO, F.; MAINETTI, L.; PAOLINI, P. Adding Multimedia Collections to the Dexter Model. In: ACM CONFERENCE ON HYPERMEDIA TECHNOLOGY, 1994, Edinburgh, Scotland.. **Proceedings...** New York: ACM, 1994. 264p. p.70-80.
- [GRO 94] GRONBAK, K.; TRIGG, R. Design Issues for a Dexter-Based Hypermedia System. **Communications of the ACM**, New York, v. 37, n. 2, p. 41-49, Feb. 1994.
- [GRO 94a] GRONBAK, K. Composites in a Dexter-Based Hypermedia Framework. In: ACM EUROPEAN CONFERENCE ON HYPERMEDIA TECHNOLOGY, 1994, Edinburgh, Scotland. **Proceedings...** New York: ACM, 1994. 264p. p.59-69.

- [GRO 94b] GRONBAK, K.; TRIGG, R. Using the Dexter Hypertext Reference Model as a Basis for Object-Oriented Hypermedia System Design. In: ACM EUROPEAN CONFERENCE ON HYPERMEDIA TECHNOLOGY (ECHT'94), 1994, Edinburgh, Scotland. Course number 17, Sept. 1994. 106p.
- [HAL 88] HALASZ, F. Reflections on Notecards: Seven Issues for the Next Generation of Hypermedia Systems. **Communications of the ACM**, New York, v.31, n.7, July 1988.
- [HAL 90] HALASZ, F. ; SCHWARTZ, M. The Dexter Hypertext Reference Model. In: HYPERTEXT STANDARDIZATION WORKSHOP, 1990, Gaithersburg, Maryland. **Proceedings...** Washington: NIST, 1990. 269p. p.1-39.
- [HAL 91] HALASZ, F. Seven Issues: Revisited. Hypertext'91 Keynote Speech.
- [HAR 94] HARDMAN, L.; BULTERMAN, D.; ROSSUM, G. The Amsterdam Hypermedia Model: Adding Time and Context to the Dexter Model. **Communications of the ACM**, New York, v. 37, n. 2, p. 50-62, Feb. 1994.
- [ISA 94] ISAKOWITZ, T.; STOHR, E.; BALASUBRAMANIAN, P. **Designing Hypermedia Applications**. New York:Information Systems Department, Leonard Stern School of Business, 1994. Technical Report.
- [ISA 94a] ISAKOWITZ, T.; THURING, M. Methodologies for Designing and Developing Hypermedia Applications Workshop. In: ACM EUROPEAN CONFERENCE ON HYPERMEDIA TECHNOLOGY (ECHT'94), 1994, Edinburgh, Scotland. Workshop, Sept. 1994. 33p.

- [KAH 94] KAHN, P.; LENK, K. Designing Information for Hypermedia Publications. In: ACM EUROPEAN CONFERENCE ON HYPERMEDIA TECHNOLOGY (ECHT'94), 1994, Edinburgh, Scotland. Course number 6, Sept. 1994. 64p.
- [LAN 90] LANGE, D. A formal Model of Hypertext. In: HYPERTEXT STANDARDIZATION WORKSHOP, 1990, Gaithersburg, Maryland. **Proceedings...** Washington: NIST, 1990. 269p. p.145-166.
- [LAN 94] LANGE, D. An Object-Oriented Design Method for Hypermedia Information Systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 27, Jan. 4-7, 1994, Maui, Hawaii. **Proceedings...** New York: IEEE, 1994. v. 3, p. 366-375.
- [LAN 94a] LANGE, D. An Object-Oriented Design Approach for Developing Hypermedia Information Systems. **Journal of Organizational Computing**. To be published.
- [LEG 94] LEGGETT, J.; SCHNASE, J. Dexter with Open Eyes. **Communications of the ACM**, New York, v. 37, n. 2, p. 77-86, Feb. 1994.
- [MAR 89] MARSHAL, C.; IRISH, P. Guided Tours and On-Line Presentations: How Authors Make Existing Hypertext Intelligible for Readers. In: ACM CONFERENCE ON HYPERTEXT, 1989, Pittsburgh, Pennsylvania. **Proceedings...** New York: ACM, 1989. 403p. p.15-26.
- [MAR 93] MARSHAL, C.; SHIPMAN, F. Searching for the Missing Link: Discovering Implicit Structure in Spatial Hypertext. In: ACM CONFERENCE ON HYPERTEXT, 1993, Seattle, Washington. **Proceedings...** New York: ACM, 1993. 294p. p.217-230.
- [MON 92] MONARCHI, D.; PUHR, G. A Research Typology for Object-Oriented Analysis and Design. **Communications of the ACM**, New York, v. 35, n. 9, p. 35-47, Sept. 1992.

- [NAN 91] NANARD, J; NANARD, M. Using Structured Types to Incorporate Knowledge in Hypertext. In: ACM CONFERENCE ON HYPERTEXT, 1991, San Antonio, Texas. **Proceedings...** New York: ACM, 1991. 485p. p.329-343.
- [NAR 91] NARASIMHALU, A; CHRISTODOULAKIS, S. **IEEE Computer**, New York, v.24, n.10, Oct. 1991.
- [NEM 93] NEMETZ, F. **Modelos de Dados para Hipermedia**. Porto Alegre, Brasil: CPGCC da UFRGS, 1993. 42p. (Trabalho Individual, 313).
- [NEU 89] NEUWIRTH, C.; KAUFER, D. The Role of External Representations in the Writing Process: Implications for the Design of Hypertext-Based Writing Tools. In: ACM CONFERENCE ON HYPERTEXT, 1989, Pittsburgh, Pennsylvania. **Proceedings...** New York: ACM, 1989. 403p. p.319-342.
- [NIE 90] NIELSEN, J. **Hypertext and Hypermedia**. San Diego, USA: Academic Press, 1990. 268p.
- [NIE 90a] NIELSEN, J. The Art of Navigating through Hypertext. **Communications of the ACM**, New York, v. 33, n. 3, p. 296-310, Mar. 1990.
- [PAR 89] PARSEYE, K. et al. **Intelligent Databases**. Los Angeles, CA: John Wiley & Sons, 1989. 479p.
- [PAR 93] PARSEYE, K.; CHIGNELL, M. **Intelligent Database Tools & Applications: Hyperinformation Access, Data Quality, Visualization, Automatic Discovery**. New York, NY: John Wiley & Sons, 1993. 543p.
- [PEC 88] PECKHAM, J.; MARYANSKY, F. Semantic Data Models. **ACM Computing Surveys**, New York, v. 20, n. 3, p. 153-189, Sept. 1988.
- [RAD 91] RADA, R. **Hypertext: From Text to Expertext**. London: McGraw-Hill, 1991. 238p.

- [RIV 94] RIVLIN, E.; BOTAFOGO, R.; SHNEIDERMAN, B. Navigating in Hyperspace: Designing a Structure-based Toolbox. **Communications of the ACM**, New York, v.37, n.2, p. 87-96, Feb. 1994.
- [RUM 91] RUMBAUGH, J. et al. **Object-Oriented Modeling and Design**. New Jersey, USA: Englewood Cliffs, 1991. 500p.
- [SCH 92] SCHWABE, D. et al. Hypertext Development Using a Model-based Approach. **Software - Practice and Experience**, Sussex, England, v.22, n.11, p. 937-962, Nov. 1992.
- [SCH 93] SCHWABE, D.; ROSSI, G. Introdução aos Sistemas e à Autoria Hipermídia. Caderno de Textos. In: ESCOLA BRASILEIRA ARGENTINA de INFORMÁTICA, 6., 1993, Córdoba, AR. **Caderno de Textos...** Córdoba:PABI, 1993. 156p.
- [SCH 94] SCHWABE, D.; ROSSI, G. From Domain Models to Hypermedia Applications- An Object-Oriented Approach. In: WORKSHOP ON METHODOLOGIES FOR DESIGNING AND DEVELOPING HYPERMEDIA APPLICATIONS, Sept., 1994, Edinburgh, Scotland.
- [SCH 94a] SCHWABE, D.; BARBOSA, S. Navigation Modeling in Hypermedia Applications. Rio de Janeiro: PUC-RJ, 1994. Relatório Técnico.
- [SCH 95] SCHWABE, D.; ROSSI, G. Building Hypermedia Applications as Navigational Views of Information Models. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 1995, Maui, Hawaii. **Proceedings...** New York: IEEE Press, 1995.
- [SCJ 93] SCHNASE, J.; LEGGETT, J.; HICKS, D.; SZABO, R. Semantic Data Modeling of Hypermedia Associations. **ACM Transactions on Information Systems**, New York, v. 11, n. 1, p. 27-50, Jan. 1993.

- [STO 89] STOTTS, P.D.; FURUTA, R. Petri-Net-Based Hypertext: Document Structure with Browsing Semantics. **ACM Transactions on Information Systems**, New York, v. 7, n. 1, p. 3-29, Jan. 1989.
- [THU 91] THÜRING, M.; HAAKE, J.; HANNEMANN, J. What's Eliza Doing in the Chinese Room? Incoherent Hyperdocuments and How to Avoid Them. In: ACM CONFERENCE ON HYPERTEXT, 1991, San Antonio, Texas. **Proceedings...** New York: ACM, 1991. 485p. p.161-178.
- [TOM 89] TOMPA, F. A Data Model for Flexible Hypertext Database Systems. **ACM Transactions on Information Systems**, New York, v. 7, n. 1, p. 85-100, Jan. 1989.
- [TRI 88] TRIGG, R. Guided Tours and Tabletops: Tools for Communicating in a Hypertext Environment. **ACM Transactions on Office Information Systems**, New York, v. 6, n. 4, p. 398-414, Oct. 1988.
- [UTT 89] UTTING, K.; YANKELOVICH, N. Context and Orientation in Hypermedia Networks. **ACM Transactions on Information Systems**, New York, v.7, n.1, p. 58-84, Jan. 1989.
- [VIL 94] VILAIN, P. **Projeto de uma Aplicação Jurídica utilizando um Sistema de Hipertexto**. Porto Alegre, Brasil: CPGCC da UFRGS, Nov. 1994. 115p. Dissertação de Mestrado.
- [WOO 91] WOODHEAD, N. **Hypertext and Hypermedia - Theory and Applications**. England: Sigma Press, 1991. 231p.
- [YAN 88] YANKELOVICH, N. et al. Intermedia: The Concept and the Construction of a Seamless Information Environment. **Computer**, Los Alamitos, v.21, n.1, p.81-96, Jan. 1988.

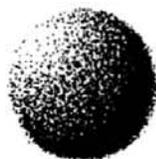
- [ZIZ 94] ZIZI, M.; MICHEL, B. Accessing Hyperdocuments through Interactive Dynamic Maps. In: ACM EUROPEAN CONFERENCE ON HYPERMEDIA TECHNOLOGY, 1994, Edinburgh, Scotland. **Proceedings...** New York: ACM, 1994. 264p. p.126-135.

## 9 OUTRAS FONTES DE CONSULTA

[GON 85] GONZAGA, S. **Manual de Literatura Brasileira**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1985. 264p.

[MIC 93] MICROSOFT. **Art Gallery CD-ROM**: The Collection of the National Gallery, London. Microsoft Home, 1993.

**Informática**



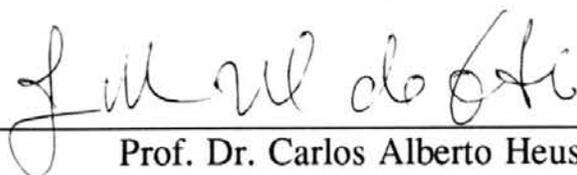
**UFRGS**

*HMT: Modelagem e Projeto de Aplicações Hiperfídia.*

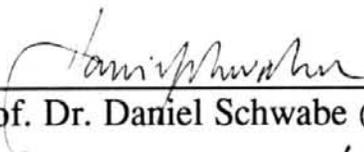
por

Fábio Nemetz

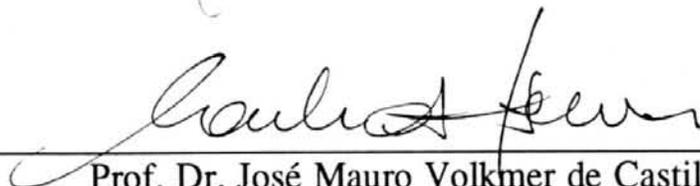
Dissertação apresentada aos Senhores:



Prof. Dr. Carlos Alberto Heuser



Prof. Dr. Daniel Schwabe (PUC/RJ)

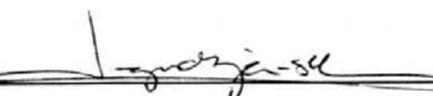


Prof. Dr. José Mauro Volkmer de Castilho

Vista e permitida a impressão.  
Porto Alegre, 21/07/95.



Prof. Dr. José Valdeni de Lima,  
Orientador.



VI Prof. Flávio Rech Wagner  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação  
Instituto de Informática - UFRGS