

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE INFORMÁTICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO

MARIUSA WARPECHOWSKI

**Recuperação de Metadados de Objetos de  
Aprendizagem no AdaptWeb**

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para a obtenção do grau de Mestre em Ciência  
da Computação

Prof. Dr. José Palazzo Moreira de Oliveira  
Orientador

Porto Alegre, agosto de 2005.

## CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Warpechowski, Mariusa

Recuperação de Metadados de Objetos de Aprendizagem no AdaptWeb

Mariusa Warpechowski. – Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2005.

69 f.:il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação. Porto Alegre, RS – Brasil, 2005. Orientador: José Palazzo Moreira de Oliveira.

1. Objetos de Aprendizagem 2. Metadados de Objetos de Aprendizagem 3. Recuperação de Metadados de Objetos de Aprendizagem 4. AdaptWeb. I. Oliveira, José Palazzo Moreira de. II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. José Carlos Ferraz Hennemann

Vice-Reitor: Prof. Pedro Cezar Dutra Fonseca

Pró-Reitora de Pós-Graduação: Profa. Valquiria Linck Bassani

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Philippe Olivier Alexandre Navaux

Coordenador do PPGC: Prof. Flávio Rech Wagner

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

## **AGRADECIMENTOS**

*Agradeço a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, e de forma especial quero agradecer:*

*Ao meu pai Pedro, por razões inexplicáveis.*

*À minha mãe Leonor, pelo amor e dedicação que sempre me deu, pelas oportunidades que me propiciou, sem medir esforços, e pelo exemplo de força e perseverança.*

*Aos meus irmãos, Jailson e Glauco, pelo carinho, apoio e atenção que sempre dispensaram a mim.*

*Agradeço a todos os meus tios, tias, primos e primas pelo carinho que me deram. Um agradecimento especial a tia Cila e ao tio Vasco que me acolheram com todo amor e carinho. À tia Irene, Ua e Flávia, e à minha prima Raquel, pela torcida constante. E um agradecimento especial do fundo do meu coração a minha prima Sara, muito obrigada por tudo.*

*Aos meus amigos, Adre, Dea, Lis e Cabeto, pelo carinho, amizade, por estarem sempre prontos para me ajudar quando precisei, e pela compreensão pelas vezes que não pude acompanhá-los.*

*A todos meus amigos e colegas de mestrado, em especial às minhas amigas Re, Regina, Raquel e Cida, pelos momentos de alegria, descontração e pelo tempo dedicado a troca de conhecimento.*

*À minha colega e amiga Dani, pelo carinho e apoio nos momentos de indecisão, e pelas horas dedicadas a me auxiliar, meu muito obrigada.*

*Ao meu orientador professor Dr. José Palazzo Moreira de Oliveira, pelos seus valiosos ensinamentos, oportunidades e atenção dispensadas em todas as etapas do mestrado, um grande obrigada.*

*Ao Instituto de Informática, pela infra-estrutura disponibilizada, aos professores do PPGC pelo conhecimento que me passaram ao longo desta etapa, e aos funcionários que foram solícitos e ajudaram sempre que possível.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo suporte financeiro que permitiu a dedicação para a realização deste trabalho.*

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>8</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>9</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>10</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1 Motivação .....	12
1.2 Objetivo .....	12
1.3 Organização .....	12
<b>2 OBJETOS DE APRENDIZAGEM .....</b>	<b>14</b>
2.1 Características dos Objetos de Aprendizagem .....	15
2.2 Repositórios de Objetos de Aprendizagem .....	17
2.3 Padrão de Metadados de Objetos de Aprendizagem .....	18
2.3.1 Especificação do Padrão 1484.12.1 - LOM.....	18
2.3.2 Estrutura do Padrão 1484.12.1 - LOM .....	20
2.3.3 Perfis de Aplicação baseados no Padrão LOM .....	26
<b>3 TRABALHOS RELACIONADOS .....</b>	<b>33</b>
3.1 Ferramenta de indexação automática de metadados de OA no <i>Knowledge Pool System</i> (KPS).....	33
3.2 Ferramenta Semi-automática para Indexar Objetos de Aprendizagem.....	36
3.3 Considerações .....	36
<b>4 RECUPERAÇÃO DE METADADOS NO ADAPTWEB.....</b>	<b>38</b>
4.1 Ambiente AdaptWeb.....	38
4.1.1 Módulo de Autoria .....	39
4.1.2 Armazenamento da Estrutura do Conteúdo em XML.....	40
4.2 O Modelo de Recuperação de Metadados .....	42
4.3 Integração com o Sistema AdaptWeb.....	44
4.4 Formas de Recuperação de Metadados .....	45
4.4.1 Recuperação Automática .....	45
4.4.2 Recuperação Semi-automática .....	50
4.4.3 Solicitação ao Usuário .....	52
4.5 Relação das Técnicas de Recuperação e os Metadados de Objetos de Aprendizagem.....	53
4.6 Implementação do Protótipo .....	54

4.6.1	Interface .....	55
4.6.2	Implementação da Recuperação de Metadados .....	56
4.6.3	Exemplo do Resultado da Recuperação de Metadados .....	58
<b>4.7</b>	<b>Comparação dos Processos de Recuperação de Metadados .....</b>	<b>60</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>62</b>
<b>5.1</b>	<b>Trabalhos Futuros .....</b>	<b>63</b>
<b>5.2</b>	<b>Publicações.....</b>	<b>63</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>65</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADAPTWEB	Ambiente de Ensino-Aprendizagem Adaptativo na Web
ADL	<i>Advanced Distributed Learning</i>
AMG	<i>Automating Metadata Generation</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
ARIADNE	<i>Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe</i>
CAREO	<i>Campus Alberta Repository Educational Objects</i>
CESTA	Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendizagem
DOM	<i>Document Object Model</i>
DTD	<i>Document Type Definition</i>
EAD	Educação a Distância
ER	Entidade-Relacionamento
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IMS	<i>Instructional Management System</i>
KPS	<i>Knowledge Pool System</i>
LALO	<i>Learning Architectures and Learning Objects</i>
LOM	<i>Learning Object Metadata</i>
LOR	<i>Learning Object Repository</i>
LTSC	<i>Learning Technology Standards Committee</i>
MERLOT	<i>Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching</i>
OA	Objeto de Aprendizagem
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
SCO	<i>Shareable Content Object</i>
SILO	<i>Search &amp; Index Learning Objects</i>
URI	<i>Universal Resource Identifier</i>
URL	<i>Universal Resource Locator</i>
WG12	<i>Working Group 12</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Simulação do funcionamento de um cluster .....	16
Figura 2.2: Curso de Métodos Numéricos para Engenheiros.....	17
Figura 2.3: Esquema de Metadados do Padrão LOM.....	20
Figura 4.1: Arquitetura do AdaptWeb .....	38
Figura 4.2: Manutenção do Conceito .....	40
Figura 4.3: Arquivo XML da estrutura e dos conceitos que formam a disciplina .....	41
Figura 4.4: Arquivo XML dos elementos do conteúdo do Conceito .....	41
Figura 4.5: Arquitetura do Módulo de Recuperação de Metadados.....	42
Figura 4.6: Módulo de Recuperação de Metadados integrado com o AdaptWeb .....	44
Figura 4.7: Modelo ER da Base de Dados do Repositório de OA .....	45
Figura 4.8: Recuperação dos metadados a partir das informações armazenadas no atributo “topico” da tabela disciplina .....	46
Figura 4.9: Estrutura da disciplina “Computação Algébrica e Numérica” .....	48
Figura 4.10: Taxonomias do OA “Contexto e Objetivos da Computação Algébrica e Numérica”.....	49
Figura 4.11: Taxonomia do OA “Sela Gaussseidel Programas Matcomp”.....	49
Figura 4.12: Exemplo de Mapeamento de Instâncias XML para o Repositório de OA..	50
Figura 4.13: Inferência do metadado “5.3 <i>Educational.InteractivityLevel</i> ” baseado no valor do metadado “5.1 <i>Educational.InteractivityType</i> ” .....	51
Figura 4.14: Formulário dos metadados dos Objetos de Aprendizagem.....	55
Figura 4.15: Ajuda para o Metadado 5.7 <i>TypicalAgeRange</i> .....	56
Figura 4.16: Código PHP de acesso a Base de Dados.....	57
Figura 4.17: Código PHP que consulta a base de dados .....	57
Figura 4.18: Código PHP de acesso a Base de Dados do Repositório .....	58
Figura 4.19: Código PHP que armazena os metadados da categoria 3. <i>Meta-Metadata</i> na base de dados do repositório .....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Metadados do Repositório ARIADNE KPS.....	26
Tabela 2.2: Metadados do Repositório Merlot.....	30
Tabela 2.3: Metadados do Repositório CAREO .....	31
Tabela 3.1: Métodos do Serviço Web <i>Simple Indexing Interface</i> .....	35
Tabela 3.2: Metadados gerados pelo AMG <i>framework</i> e seu correspondente no padrão LOM .....	35
Tabela 4.1: Exemplo de Metadados Recuperados da Base de Dados .....	46
Tabela 4.2: Metadados Solicitados ao Usuário .....	52
Tabela 4.3: Metadados com as possíveis técnicas de recuperação a serem aplicadas .....	53
Tabela 4.4: Quantidade de metadados que podem ser recuperados por cada técnica .....	55
Tabela 4.5: Metadados do OA Método de Gauss Seidel.....	58
Tabela 4.6: Comparação da Recuperação de Metadados .....	61



## RESUMO

Com a disseminação do uso de Ambientes de Aprendizagem na Web, muitos autores de conteúdo instrucional dedicam seu tempo e se esforçam para desenvolver material de qualidade. Para facilitar o reuso desses materiais, os mesmos estão sendo desenvolvidos como objetos de aprendizagem e são armazenados em repositórios na Web, de onde podem ser pesquisados e recuperados para reuso. Essa pesquisa e recuperação são baseadas nas características dos objetos, ou seja, em seus metadados. Dessa forma, é necessário que os Objetos de Aprendizagem possuam valores de metadados consistentes para que a pesquisa e recuperação sejam eficientes.

O desenvolvimento de material instrucional de boa qualidade consome grande quantidade de recursos. A descrição completa destes materiais, ou seja, dos objetos de aprendizagem, não é uma atividade estimulante para os autores que informam apenas um mínimo de metadados. Esta falta de metadados torna muito difícil a recuperação e o reuso dos OA.

O objetivo desse trabalho é definir técnicas que recuperem a maior quantidade possível de metadados a partir dos Objetos de Aprendizagem, com a mínima intervenção do usuário, resultando em uma indexação e recuperação eficientes dos Objetos de Aprendizagem. Essas técnicas são definidas com base na estrutura e funcionamento do AdaptWeb, que é um ambiente de aprendizagem que disponibiliza material instrucional de forma estruturada e organizada. Assim, é possível fazer uso das informações disponíveis nesse ambiente para recuperar os metadados automaticamente.

As técnicas transformam o conteúdo do AdaptWeb em objetos de aprendizagem, sendo capazes de recuperar uma quantidade considerável de metadados. Assim, têm-se Objetos de Aprendizagem devidamente catalogados e armazenados em um repositório, prontos para serem reusados.

**Palavras-Chave:** Objetos de Aprendizagem, Metadados de Objetos de Aprendizagem, Recuperação de Metadados de Objetos de Aprendizagem, AdaptWeb.

## **Retrieval of Metadata Learning Object in the AdaptWeb**

### **ABSTRACT**

With the dissemination of web-based learning environments, developers of electronic educational content dedicate their time and effort to produce high-quality material. To facilitate the reuse of these materials, they have been produced in the form of learning objects, and are stored in repositories on the web, from where they may be retrieved for reuse. This search and retrieval is based on the characteristics of the objects, i.e., on their metadata. This way, it is necessary that the learning objects have consistent metadata values such that search and recovery might be efficient.

The development of instructional material of good quality consumes a large amount of resources. Their full description is not a very stimulating activity for authors, which inform only the minimum amount of metadata. The missing metadata makes the recovery of learning objects a difficult task.

The objective of this research is to define metadata techniques that retrieve as much metadata as possible with a minimum interference from the user, which results in the efficient retrieval and indexation of learning objects. These techniques are defined based on both the structure and the functioning of the AdaptWeb, which is a learning environment that provides educational material in a structured and organized way. Therefore, it is possible to use information available in this environment to retrieve metadata automatically.

The techniques transform the AdaptWeb content into learning objects, being able to retrieve a considerable amount of metadata. This way, learning objects can be properly catalogued and stored in a repository, where they remain ready for reuse.

**Keywords:** Learning Objects, Metadata Learning Objects, Retrieval of Metadata Learning Objects, AdaptWeb.

# 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do material instrucional a ser disponibilizado em ambientes de ensino-aprendizagem é uma tarefa que exige dos autores criatividade, tempo e conhecimento de tecnologia adequada para desenvolvê-los. Para minimizar essa tarefa, os pesquisadores têm proposto o reuso de materiais já desenvolvidos. Dessa forma, surgiu o conceito de Objetos de Aprendizagem (OA) ou *Learning Objects*. Os OA são definidos como qualquer entidade digital, ou não digital, que pode ser usada, reusada ou referenciada durante o aprendizado assistido por computador (WILEY, 2000). Assim, uma página HTML, uma imagem, um artigo científico, ou um filme podem ser considerados OA se transmitirem alguma informação ao aluno e puderem ser reusados em outros sistemas de ensino.

Sendo o reuso o maior objetivo dos Objetos de Aprendizagem, é necessário que eles possam ser pesquisados e recuperados. Para isso, os OA precisam conter informações descritivas de si mesmos, as quais são chamadas de metadados. Organizações como a IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) (IEEE, 2004) e os projetos Ariadne (ARIADNE, 2004) e IMS (*Instructional Management Systems*) (IMS, 2004) têm trabalhado na especificação de metadados de Objetos de Aprendizagem com o objetivo de organizar e documentar cada tipo de material instrucional como um OA. Assim, a IEEE definiu um padrão de metadados denominado 1484.12.1: *IEEE Standard for Learning Object Metadata - LOM* (IEEE, 2002). Esse padrão é composto por 9 (nove) categorias que possuem 68 (sessenta e oito) elementos que descrevem a semântica e sintaxe dos metadados de um objeto de aprendizagem.

Os objetos de aprendizagem precisam ser descritos com a maior quantidade possível de metadados, os quais devem possuir valores consistentes para tornar mais eficiente a pesquisa e recuperação dos OA. Dessa forma, os usuários podem encontrar e reusar os OA apropriados para suas necessidades (SHINOHARA, 2001).

Os autores dos OA além de criá-los, são também responsáveis em descrevê-los através dos metadados. Entretanto, pesquisas mostram que, muitas vezes, o autor não informa adequadamente os metadados, o que torna a pesquisa e recuperação ineficiente. Existem diversas razões que levam o autor a não informar esses valores. Uma das razões é que essa tarefa demanda muito esforço e tempo, pois, se considerarmos todos os elementos do LOM, são 58 (cinquenta e oito) elementos a serem informados. Outro fator é que normalmente os autores não informam os metadados porque consideram que essas informações são irrelevantes. Pesquisas mostram também que muitas vezes os autores não sabem exatamente que tipo de informação o metadado requer e acabam por informar valores nulos ou inconsistentes (NAJJAR, 2003). Por essas razões é essencial que se desenvolva formas de recuperar metadados automaticamente para que estes sejam consistentes e descrevam adequadamente um OA.

## 1.1 Motivação

Segundo Najjar (NAJJAR, 2003) e Kabel (KABEL, 2003) os autores dos OA não informam os metadados adequadamente. Najjar descreve que de um total de 12 (doze) metadados solicitados aos autores, estes informam apenas 6 (seis). Normalmente os metadados informados são aqueles que possuem valores já pré-definidos, ou seja, o autor só precisa escolher uma das opções apresentadas.

A falta de valores adequados nos metadados dos OA dificulta o seu reuso, pois se os mesmos não estão adequadamente descritos, não é possível pesquisá-los e recuperá-los. Isso gera um problema que deve ser solucionado.

Alguns trabalhos, como (NEVEN, 2003) e (BOURDA, 2002), estão desenvolvendo maneiras de recuperar os valores para os metadados sem que o autor seja a principal fonte de informação. Porém, a solução desenvolvida ainda é limitada, pois se aplica apenas a alguns tipos de metadados. Assim, a recuperação ainda não é satisfatória, porque a quantidade de metadados recuperados é muito pequena, e quanto mais metadados descrevem um objeto de aprendizagem, mais fácil é de reusá-lo, porque sua recuperação é facilitada.

Com base nesse problema, é essencial que exista uma forma de recuperação de metadados mais abrangente, que aborde várias possibilidades de recuperação, definindo técnicas que sejam capazes de recuperar a maior quantidade de metadados possível, e que possam ser aplicadas a qualquer tipo de OA.

Uma solução para isso seria definir uma forma de recuperar automaticamente os valores para os metadados, garantindo sua consistência. Para que isso seja possível, é importante que essa recuperação seja aplicada em um contexto semanticamente rico.

Baseada nesse contexto, a motivação é resolver os problemas de falta de informação e valor inconsistente nos metadados de OA.

## 1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho é definir técnicas que recuperem a maior quantidade possível de metadados, com a mínima intervenção do usuário. Essas técnicas são definidas com base na estrutura e funcionamento do AdaptWeb, que é um ambiente de aprendizagem que disponibiliza material instrucional de forma estruturada e organizada. Assim, é possível fazer uso das informações disponíveis nesse ambiente para recuperar automaticamente os metadados.

Essa recuperação servirá para transformar o conteúdo do AdaptWeb em OA, descrevendo-os adequadamente e facilitando assim a tarefa do usuário. Isso resulta em OA devidamente catalogados e armazenados em um repositório de onde poderão ser pesquisados e recuperados com eficiência, para serem reusados.

## 1.3 Organização

Este trabalho está organizado da seguinte forma:

O capítulo 2 introduz o conceito de Objetos de Aprendizagem e suas características. A fim de mostrar como os OA são armazenados e disponibilizados, de forma que o autor realiza a sua pesquisa e recuperação, alguns repositórios de OA são descritos neste

capítulo. O padrão de metadados LOM também é apresentado, através da descrição de todos os seus metadados, bem como os valores possíveis para cada metadado. Os perfis de aplicação de metadados, baseados no padrão LOM, são descritos e mostram que este padrão é utilizado pela maioria dos repositórios de OA, possibilitando a interoperabilidade entre os objetos.

Os trabalhos que abordam a recuperação de metadados são descritos no capítulo 3. Para cada trabalho são apresentadas as formas de recuperação, bem como os metadados que podem ser recuperados.

O capítulo 4 descreve a proposta de recuperação de metadados do AdaptWeb. Primeiramente é descrito o funcionamento do AdaptWeb, onde a recuperação de metadados é aplicada. Posteriormente são apresentados o modelo de recuperação de metadados, sua arquitetura e a integração com o AdaptWeb. As formas e técnicas de recuperação definidas são descritas, bem como, a aplicação dessas técnicas para cada metadado. Os aspectos da implementação do protótipo são apresentados no final do capítulo.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões deste trabalho, sendo sugeridos possíveis trabalhos futuros a serem realizados com base nos estudos e na implementação desenvolvidos nesta etapa.

## 2 OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Objetos de Aprendizagem (OA) são considerados um novo tipo de instrução baseada no computador que se baseia no paradigma orientado a objetos da ciência da computação (WILEY, 2000). A idéia básica dos OA é que estes sejam porções de conteúdo instrucional, com os quais pode-se construir o material de aprendizagem a ser disponibilizado ao aluno.

O termo Objetos de Aprendizagem (*Learning Objects*) foi popularizado por Wayne Hodgins em 1994 quando ele criou um grupo de trabalho chamado LALO (*Learning Architectures and Learning Objects*), que é uma associação para gerenciar educação através do computador (CedMA, 2003). A partir dessa data o termo foi escolhido para ser utilizado ao se referir a objetos que têm como objetivo informar algo ao usuário. Atualmente ainda não existe uma definição formal para Objetos de Aprendizagem, adotada e recomendada mundialmente, mas existem propostas as quais podemos citar:

O grupo LTSC (*Learning Technology Standards Committee*), da IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.*) define OA como qualquer entidade, digital ou não-digital, que pode ser usada, reusada ou referenciada durante a aprendizagem suportada pela tecnologia. Exemplos de aprendizagem suportada pela tecnologia incluem sistemas de treinamento baseado no computador, ambientes de aprendizagem interativos, sistemas de ensino a distância e ambientes de aprendizagem colaborativa. Exemplos de objetos de aprendizagem incluem conteúdo multimídia, conteúdos instrucionais, objetivos de aprendizagem, ferramentas de software instrucional, pessoas, organizações ou eventos referenciados durante a aprendizagem suportada por tecnologia (LTSC, 2003).

Segundo Wiley (WILEY, 2002), um objeto de aprendizagem é qualquer recurso digital que pode ser reusado para suportar a aprendizagem. Essa definição inclui qualquer recurso que pode ser disponibilizado através de rede sob demanda, e podem ser grandes ou pequenos. Exemplos de recursos digitais reusáveis pequenos são imagens e fotos, pequenos bits de texto, animações, e pequenas aplicações disponíveis na Web, como uma calculadora Java. Exemplos de recursos digitais reusáveis grandes incluem páginas web que combinam texto, imagens e outras mídias ou aplicações, tal como um curso instrucional completo.

Tracy Flynn e Tom Barefoot (LON, 2004) definem Objetos de Aprendizagem como pequenos blocos de informação independentes projetados para serem facilmente reusados e reempacotados, a fim de atender as necessidades de aprendizagem de diferentes públicos. Eles geralmente são projetados para atingir um objetivo de aprendizagem específico e podem conter uma avaliação que indica se foi ou não atingido o objetivo do OA.

Assim como existem divergências no conceito de OA, também há diversas denominações para Objetos de Aprendizagem. David Merrill, citado por (WILEY, 2000) utiliza o termo objetos de conhecimento e/ou componentes educacionais, Tarouco et al. utiliza o termo objetos educacionais (TAROUCO, 2003). No projeto ARIADNE o termo usado é documento pedagógico (ARIADNE, 2004), Roschelle se refere a componentes de software educacional (ROSCHELLE et al., 2003). O repositório MERLOT (*Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching*) denomina materiais de aprendizagem online (MERLOT, 2003) e a iniciativa ADL (*Advanced Distributed Learning*) (ADL, 2003) denomina objeto de aprendizagem de SCO (*Shareable Content Object*).

Com essa variedade de conceitos e denominações de Objetos de Aprendizagem, em alguns pontos, concordantes, não pode-se negar que qualquer entidade ou objeto, que sirva para uso educacional seja um OA. Desse modo, deve-se permitir que o conceito de OA seja complexo, sem restrições, para que qualquer entidade que possa ser usada para ensinar, não seja excluída desse contexto. Restringindo o conceito de OA, acaba-se limitando também sua aplicação.

Neste trabalho é adotada a definição de OA da IEEE, por considerá-la mais abrangente e completa, e por estar de acordo com a idéia de objetos, que podem ser usados em ambientes de aprendizagem na Web, e por ser a definição que inspirou a especificação de metadados para os OA, descrita na seção 3.

## 2.1 Características dos Objetos de Aprendizagem

Os objetos de aprendizagem são projetados para serem utilizados em múltiplos contextos de aprendizagem. A potencialidade de reuso de um OA tem relação com as características desse OA, que são as seguintes:

- interoperabilidade: quando é possível utilizar um OA, desenvolvido em um local, com um determinado conjunto de ferramentas ou plataformas, em outros locais que possuem outras ferramentas e plataformas;
- acessibilidade: quando há a possibilidade de acessar recursos educacionais em um local remoto e usá-los em vários outros locais;
- durabilidade: quando se pode utilizar o OA, sem reprojeto ou recodificação, mesmo quando a base tecnológica muda.

A qualidade de um OA depende de seu projeto e desenvolvimento e está vinculada ao objetivo educacional do objeto. Os objetos são desenvolvidos para ensinar, eles possuem propósitos pedagógicos e estratégias vinculadas ao seu desenvolvimento. Um objeto de Aprendizagem pode ser desenvolvido baseado em diferentes paradigmas pedagógicos (IP, 2001) como, Tutorial, Treinamento e Prática, Método de Caso de Estudo, Aprendizagem Baseada em Objeto.

Os objetos de aprendizagem podem ser comparados com átomos pelo fato de possuírem algumas características em comum. Assim como o átomo, um OA pode ser combinado com outro para formar uma estrutura que tenha algum objetivo, ou seja, são combináveis, mas não com qualquer outro OA (WILEY, 2002). Isso significa que um OA pode ser reusado em um contexto para o qual foi desenvolvido, ou ser agregado a outros OA para formar um material de aprendizagem.

A agregação de OA é possível se for respeitada a estrutura interna dos objetos, ou seja, é necessário ter conhecimento sobre o domínio, o objetivo e o paradigma no qual o objeto foi construído. Assim, os objetos de aprendizagem podem ser reusados, com o objetivo de criar tópicos, cursos, avaliações, etc., tornando a preparação de material instrucional para educação a distância menos trabalhosa.

A reusabilidade de um OA depende da sua granularidade, que é o nível de agregação que o objeto possui (DUVAL, 2003). Quando se projeta um OA deve-se pensar na sua granularidade a fim de maximizar seu reuso. Quanto maior for o nível de granularidade do OA, mais fácil será administrá-lo, porém seu potencial de reuso é mínimo, ou seja, se torna mais difícil recontextualizá-lo em cenários de aprendizagem diferentes daqueles para os quais ele foi inicialmente previsto. Entretanto um OA que possui granularidade baixa é mais precisamente definido, o que demanda mais esforço para organizá-lo com vistas a facilitar sua localização, mas torna-se um objeto com alto nível de reusabilidade.

A Figuras 2.1 e 2.2 ilustram exemplos de OA com granularidade baixa e alta, respectivamente. O OA da Figura 2.1, recuperado do repositório CESTA (Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendizagem) (CESTA, 2003) (<http://www.pgie.ufrgs.br/projetos/arca/labredes/rose/cluster.swf>) apresenta uma animação em Flash que simula o funcionamento de um cluster da área de Redes de Computadores. Esse objeto é altamente reusável, e pode ser facilmente agregado a outros OA por ter um nível de granularidade baixo.

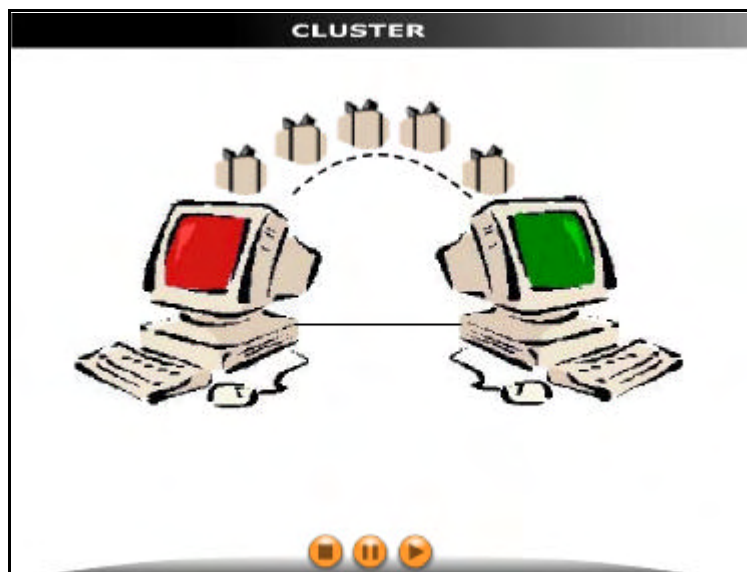


Figura 2.1: Simulação do funcionamento de um cluster

O OA mostrado na Figura 2.2 é um curso de Métodos Numéricos para Engenheiros, recuperado do repositório CAREO (*Campus Alberta Repository Educational Objects*) (CAREO, 2003) <http://numericalmethods.eng.usf.edu/>. Este objeto é formado por várias páginas HTML o que aumenta o nível de granularidade, dificultando o reuso e a agregação a outros OA.



Figura 2.2: Curso de Métodos Numéricos para Engenheiros.

## 2.2 Repositórios de Objetos de Aprendizagem

Os objetos de aprendizagem podem ser reusados se puderem ser pesquisados e recuperados, para isso, é necessário que os objetos criados sejam disponibilizados em repositórios. Um LOR (*Learning Object Repository*), repositório de OA, é um site na Web, onde são armazenados os OA e seus metadados (NEVEN, 2002). A partir desses repositórios é possível pesquisar e recuperar OA, através dos metadados, a fim de reutilizá-los em ambientes de aprendizagem, o que possibilita a economia de esforço e tempo no desenvolvimento de material instrucional.

Existem vários repositórios onde os objetos podem ser armazenados e recuperados, entre os quais pode-se citar: o CAREO (*Campus Alberta Repository Educational Objects*) (CAREO, 2003), o Merlot (*Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching*) (MERLOT, 2003), KPS (*Knowledge Pool System*) (DUVAL, 2001), e SMETE (SMETE, 2004).

O CAREO possui seus próprios OA, armazenados em um servidor central, e também possui links para OA de outros repositórios. A página de entrada do CAREO mostra os OA disponibilizados recentemente e os mais acessados. O usuário do repositório, que armazena seus OA no repositório e faz busca de outros objetos, possui um perfil pessoal. No momento de interagir com o sistema o usuário possui em sua área de trabalho uma seção que contém os objetos que ele disponibilizou no repositório, chamada de “Meus Objetos”, possui também *bookmarks*, e o histórico de *downloads* dos OA. Os objetos armazenados nesse repositório, em torno de 3600 OA, podem pertencer a qualquer tipo de domínio e são “*free*”, ou seja, não possuem custo para reuso. A busca pelos OA é do tipo simples e avançada e a navegação pelos OA é por curso.

O repositório MERLOT armazena uma coleção de links para sites na Web que apresentam conteúdos de várias áreas. Além do repositório central do MERLOT, o qual

fornece acesso a coleção inteira de OA, uma quantidade de *websites* de disciplinas específicas oferece modificações da interface e das funcionalidades centrais para encontrar requisitos de disciplinas específicas. O MERLOT possui a revisão por pares, e essa revisão classifica os documentos de acordo com três critérios: qualidade do conteúdo, eficácia potencial e facilidade de uso. O MERLOT possui em torno de 10.000 (dez mil) OA em seu repositório, onde todos podem ser recuperados sem nenhum custo. A pesquisa de OA é do tipo simples e avançada e a navegação pelos OA é por curso. Os metadados dos OA são armazenados em uma base de dados e podem ser exportados para XML (*eXtensible Markup Language*).

O projeto ARIADNE desenvolveu o repositório distribuído KPS (*Knowledge Pool System*). Ele consiste de uma rede hierárquica de nodos replicados, onde os OA e seus metadados são replicados. Os OA armazenados nesse repositório podem ser qualquer recurso digital, sem restrição de formato e domínio. Possui em torno de 3000 (três mil) OA, alguns são livres para reuso e outros possuem restrições de uso. A pesquisa pelos OA pode ser simples ou avançada. O KPS possui uma base de dados Oracle para armazenar os metadados dos OA.

SMETE suporta pesquisa e navegação de recursos nos domínios de Ciências, Matemática, Engenharia e Tecnologia. O perfil do usuário dá acesso ao seu espaço de trabalho com *bookmarks*. O sistema recomenda OA ao usuário, baseado nas interações que ele teve no repositório. SMETE possui em torno de 2000 (dois mil) OA armazenados, todos livres para reuso, sendo acessados através de *links*. A pesquisa por OA pode ser simples ou avançada e a navegação é por curso.

## 2.3 Padrão de Metadados de Objetos de Aprendizagem

Objetos de aprendizagem são mais eficientemente aproveitados quando são organizados em uma classificação de metadados e armazenados em um repositório. Metadados são informações sobre um objeto, seja ele físico ou digital, que descrevem características relevantes que são utilizadas para catalogação do OA em repositórios, e para pesquisa e recuperação desses objetos para reuso. Um conjunto mínimo desses metadados forma o padrão de Metadados de OA, que permite gerenciar, localizar e avaliar esses objetos. Esse padrão é denominado 1484.12.1 – *Learning Object Metadata* (LOM), descrito na seção 2.3.1.

### 2.3.1 Especificação do Padrão 1484.12.1 - LOM

Para facilitar a adoção comum da proposta de objetos de aprendizagem, o LTSC, foi formado em 1996 para desenvolver e fornecer padrões de tecnologia instrucional (LTSC, 2003). Sem tais padrões, universidades, corporações e outras organizações não teriam uma forma para assegurar a interoperabilidade de suas tecnologias instrucionais, especificamente de seus objetos de aprendizagem.

Os trabalhos desenvolvidos pelo LTSC, através do WG12 (*Working Group 12*) (LTSC, 2003) estão possibilitando alcançar os objetivos de padronização dos OA. Este grupo é formado por membros de projetos, representando mais de 15 países. Entre os projetos envolvidos na especificação deste padrão destaca-se a ARIADNE (ARIADNE, 2004) e o IMS (IMS, 2004).

O projeto ARIADNE está envolvido, desde 1997, nas atividades de padronização do IEEE LTSC *Committee*. Neste contexto, ARIADNE trabalhou com o objetivo de definir um conjunto de metadados educacionais amplamente aceitável, o que resultou em

algumas especificações de metadados. Essas especificações contribuíram para o desenvolvimento do atual padrão LOM (ARIADNE, 2004).

O IMS promove a adoção de especificações que permitem ambientes de aprendizagem distribuídos e a união de conteúdo de diversos autores (IMS, 2004). Em relação ao LOM, o IMS contribuiu para a especificação de metadados de objetos de aprendizagem. Além disso, representou esses metadados em XML (*eXtensible Markup Language*), o que possibilita a importação e exportação dos mesmos de forma independente de plataforma.

O padrão de metadados para OA especificado pelo grupo WG12 da LTSC: *Learning Object Metadata* é formado por quatro partes, descritas a seguir:

a) 1484.12.1: *IEEE Standard for Learning Object Metadata (LOM)* – esse padrão especifica um esquema de metadados (IEEE, 2002), o LOMv1.0 *Base Schema*, que define como deve ser a estrutura de uma instância de metadados para um OA. Este padrão está detalhado nas seções 2.3.2 e 2.3.3, deste trabalho.

b) 1484.12.2: *Standard for ISO/IEC 11404 binding for Learning Object Metadata Data Model* (IEEE, 2002a) – esse padrão especifica uma conformidade ISO/IEC 11404:1996 (Tipo de dados independente de Linguagem), obrigatória para o modelo de dados da IEEE 1484.12.1. Uma implementação que está em conformidade com o padrão 1484.12.2 deve também estar em conformidade com o padrão 1484.12.1. O objetivo deste padrão é prover uma semântica precisa ao modelo de dados.

c) 1484.12.3: *Standard for Learning Technology – XML Schema Definition Language Binding for Learning Object Metadata* (IEEE, 2001) – esse padrão especifica um XML, obrigatório para o modelo de dados IEEE 1484.12.1. Uma implementação que está em conformidade com o padrão 1484.12.3 deve também estar em conformidade com o padrão 1484.12.1. A finalidade desse padrão é fornecer a implementação, permitindo a troca de instâncias de LOM entre sistemas que implementam o modelo de dados 1484.12.1.

d) 1484.12.4: *Standard for Resource Description Framework (RDF) binding for Learning Object Metadata Data Model* (IEEE, 2002b) – especifica um framework, o W3C (*World Wide Web Consortium*) RDF, obrigatório ao modelo de dados IEEE 1484.12.1. Uma implementação que está em conformidade com o padrão 1484.12.4 deve estar em conformidade com o padrão 1484.12.1. O objetivo desse padrão é permitir a troca de instâncias de LOM entre os sistemas que implementam o modelo de dados 1484.12.1.

O padrão LOM foi projetado e desenvolvido para facilitar a pesquisa, avaliação, aquisição e o uso de OA, por exemplo, por alunos, instrutores ou processos de softwares automatizados. Esse padrão facilita o compartilhamento e troca de OA, permitindo o desenvolvimento de catálogos levando em conta a diversidade de contextos de línguas e culturas nos quais os OA e seus metadados são reusados.

Neste trabalho o padrão de metadados 1484.12.1: *IEEE Standard for Learning Object Metadata* é descrito em detalhes na seção 2.3.2, o qual será referenciado como LOM. O padrão define um esquema conceitual que especifica a sintaxe e semântica dos Metadados dos Objetos de Aprendizagem, definindo atributos que descrevem um objeto e servem para tornar mais eficaz a sua localização e recuperação. Entre os atributos de OA inclui-se: o tipo do objeto, autor, proprietário, termos de distribuição formato, etc.

O esquema conceitual dos dados permite diversidade lingüística dos OA e das instâncias de metadados e especifica os elementos de dados que compõem essas instâncias. O padrão LOM tem o objetivo de ser referenciado por outros padrões que definem as descrições de implementação dos esquemas de dados, de forma que uma instância de metadados para um OA possa ser usada por um sistema de tecnologia de aprendizagem para gerenciar, localizar, avaliar ou compartilhar OA, assegurando um alto grau de interoperabilidade semântica aos metadados dos OA. Porém, o padrão não define como o sistema representa ou usa uma instância de metadados para o OA.

### 2.3.2 Estrutura do Padrão 1484.12.1 - LOM

O grupo WG12: *Learning Object Metadata*, iniciou a definição dos metadados para objetos de aprendizagem baseados no conjunto de metadados do *Dublin Core* (DCMI, 2003). A partir daí, de acordo com o conceito e as características de um OA, foram criados novos metadados, que se aplicam ao domínio específico de aprendizagem, e que deram origem ao esquema de dados LOMv1.0 *Base Schema*, que se encontra na versão 1.0.

O esquema de dados LOM define a estrutura de uma instância de metadados para um objeto de aprendizagem, que descreve características relevantes do OA para o qual ele se aplica. Tais características são agrupadas em 9 (nove) categorias: *General*, *Life Cycle*, *Meta-Metadata*, *Technical*, *Educational*, *Rights*, *Relations*, *Annotations*, e *Classification*. A Figura 3.1 apresenta a estrutura das categorias e os 68 (sessenta e oito) elementos de dados que as compõem.

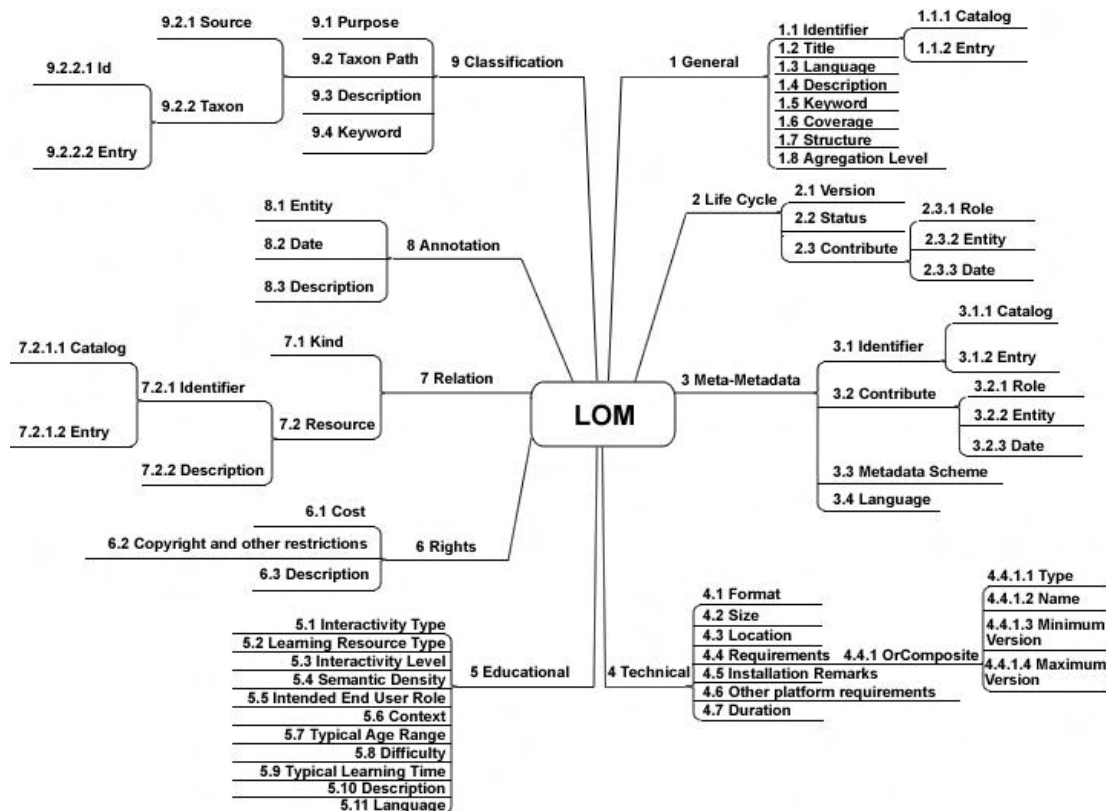


Figura 2.3: Esquema de Metadados do Padrão LOM<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Este esquema foi baseado no Esquema LOM feito por Thomas Hermann Teleteach GmbH.

Os elementos de dados podem ser simples ou agregados. Os elementos de dados simples (os nodos folha da hierarquia) possuem tipos de dados definidos e valores associados, enquanto que os elementos de dados agregados não possuem valores associados.

Para cada elemento de dado o LOMv1.0 *Base Schema* define (IEEE, 2002):

- *Name*: o nome pelo qual o elemento de dado é referenciado;
- *Explanation*: descrição do elemento de dado;
- *Size*: quantidade de valores permitidos (máximo ou mínimo) que o elemento de dado pode conter;
- *Order*: indica se a ordem dos valores do metadado é significativa (somente aplicado para elementos de dados com listas de valores);
- *Example*: um exemplo ilustrativo mostrando como pode ser o valor do metadado;
- *Value space*: um conjunto de valores permitidos para o elemento de dado – tipicamente na forma de um vocabulário ou uma referência a outro padrão (para os elementos de dados simples), e;
- *Datatype*: indica se os valores são *LangString*, *DateTime*, *Duration*, *Vocabulary*, *CharacterString* ou *Undefined* (para os elementos de dados simples), pode ser máximo ou mínimo.

Cada categoria possui tipos e quantidades de elementos de dados variados. Todos os elementos de dados possuem um nome, uma descrição e exemplo. Tamanho, ordem, conjunto de valores permitidos e tipo de dados não se aplicam a todos elementos. A seguir são descritas as categorias, seus respectivos elementos de dados e o conjunto de valores possíveis. Maiores detalhes sobre o formato dos elementos de dados são encontrados em (IEEE, 2002).

### 2.3.2.1 Categoria 1. *General*

Esta categoria, derivada do padrão Dublin Core, agrupa informações gerais que descrevem o OA como um todo, e possui os seguintes elementos de dados:

- 1.1 *Identifier*: é identificador único do objeto de aprendizagem, e é composto por dois sub-elementos:
  - 1.1.1 *Catalog*: informa o nome da identificação ou esquema de catalogação para essa entrada.
  - 1.1.2 *Entry*: o valor do identificador com a identificação ou esquema de catalogação que identifica esse objeto de aprendizagem, por exemplo “<http://www.ieee.org/documents/1234>”.
- 1.2 *Title*: nome do Objeto de Aprendizagem.
- 1.3 *Language*: idioma utilizado no objeto de aprendizagem para se comunicar com o usuário.
- 1.4 *Description*: descrição textual sobre o objeto de aprendizagem.
- 1.5 *Keyword*: palavra-chave ou uma frase descrevendo o tópico ou assunto do objeto de aprendizagem.
- 1.6 *Coverage*: contexto ou escopo do OA, informa a época, cultura, geografia ou região para a qual este objeto de aprendizagem se aplica.

- 1.7 *Structure*: base da estrutura organizacional do objeto de aprendizagem. Os valores desse metadado podem ser: “atômico”, “coleção”, “rede”, “hierarquia” ou “linear”.

- 1.8 *Aggregation Level*: a granularidade funcional do objeto. O nível de agregação pode ter os seguintes valores: “1”, “2”, “3” e “4”.

#### 2.3.2.2 Categoria 2. *Life Cycle*

A Categoria 2. *Life Cycle* agrupa características da evolução do OA, dos estados pelos quais o OA passou, e sobre as pessoas ou entidades que contribuíram para essa evolução. Possui os seguintes elementos de dados:

- 2.1 *Version*: a edição do Objeto de Aprendizagem, por exemplo: “v1.0”, “1.1.alpha”.

- 2.2 *Status*: o estado ou condição do OA. Pode possuir os seguintes valores: “rascunho”, “revisada”, “final” ou “indisponível”.

- 2.3 *Contribute*: as entidades (pessoas, organizações) que contribuíram para o estado do OA durante seu ciclo de vida, por exemplo, quem criou, quem publicou, alterou.

- 2.3.1 *Role*: é o tipo de contribuição. O valor desse metadado pode ser: “autor”, “publicador”, “desconhecido”, “iniciante”, “finalizador”, “validador”, “editor”, “designer gráfico”, “desenvolvedor técnico”, “provedor de conteúdo”, “validador técnico”, “validador instrucional”, “escritor do certificado”, “designer instrucional”, “especialista em conteúdo”.

- 2.3.2 *Entity*: identificação e informações sobre entidades, que contribuíram para a existência do OA.

- 2.3.3 *Date*: a data da contribuição, ou seja, dia, mês, ano em que o objeto foi criado, modificado, publicado.

#### 2.3.2.3 Categoria 3. *Meta-Metadata*

A categoria 3. *Meta-Metadata* agrupa os registros dos metadados do OA. Descreve como a instância do metadado pode ser identificada, quem criou esta instância, como, quando e com quais referências e agrupa os seguintes elementos de dados:

- 3.1 *Identifier*: é um identificador único que identifica o registro do metadado, possui dois sub-elementos de dados:

- 3.1.1 *Catalog*: o nome da identificação ou de quem indicou o registro do metadado, esquema de catalogação para essa entrada.

- 3.1.2 *Entry*: o valor do identificador com a identificação ou esquema de catalogação que designa ou identifica esse objeto de aprendizagem.

- 3.2 *Contribute*: as entidades (pessoas, organizações) que contribuíram para o estado do OA durante seu ciclo de vida, por exemplo, quem criou, quem publicou, alterou o OA.

- 3.2.1 *Role*: é o tipo de contribuição ou o papel exercido sobre o OA. Os valores desse metadado podem ser “criador” ou “validador”.

- 3.2.2 *Entity*: identificação e informações sobre entidades, que contribuíram para a existência do OA. Esse metadado contém nome, cargo, email e telefone.

- 3.2.3 *Date*: a data da contribuição, dia, mês e ano em que o objeto foi criado, modificado ou publicado.

- 3.3 *Metadata Schema*: O nome e a versão da especificação de autoria usada para criar a instância do metadado, por exemplo “LOMv1.0”.

- 3.4 *Language*: o idioma no qual a instância de metadados é informada.

#### 2.3.2.4 Categoria 4. *Technical*

A Categoria 4. *Technical* descreve os requisitos e características técnicas do OA, seus elemento de dados são:

- 4.1 *Format*: especifica o formato físico do OA, indica qual o software necessário para acessar o OA.

- 4.2 *Size*: especifica o tamanho do objeto de aprendizagem em bytes, é representado como um valor decimal (base 10). Este elemento de dado obrigatoriamente se refere ao tamanho atual do OA. Se o OA é compactado, então este elemento de dado deve se referir ao tamanho do arquivo compactado.

- 4.3 *Location*: indica o local onde o OA descrito pela instância de metadados está localizado fisicamente. Pode ser uma string que é utilizada para acessar o OA, e.g. URL (*Universal Resource Locator*), ou um método que indica o local onde se encontra o OA, e.g. URI (*Universal Resource Identifier*).

- 4.4 *Requirement*: descreve a capacidade técnica necessária para o uso do OA, é sub-dividido nos seguintes elementos de dados:

- 4.4.1 *OrComposite*: agrupamento de múltiplos requisitos, esse elemento de dado é satisfatório quando pelo menos um dos requisitos é preenchido, e é formado por:

- 4.4.1.1 *Type*: a tecnologia necessária para usar o OA, por exemplo, o *software*, *hardware*, *network*, etc. Pode possuir os seguintes valores “sistema operacional”, “browser”.

- 4.4.1.2 *Name*: o nome da tecnologia necessária para uso do OA. Os valores desse metadados podem ser: “nenhum”, “pc-dos”, “ms-windows”, “macos”, “unix”, “multi-os”, “qualquer um”, “netscape communicator”, “ms-internet explorer”, “opera”, “amaya”.

- 4.4.1.3 *Minimum Version*: a versão mínima necessária para o uso do OA, por exemplo “4.2”.

- 4.4.1.4 *Maximum Version*: a versão mais atual possível necessária para o uso do OA, por exemplo “6.0”.

- 4.5 *Installation Remarks*: descrição de como instalar esse OA. Por exemplo, “Decompacte o arquivo zipado e abra o arquivo ‘index.html’ em seu navegador”.

- 4.6 *Other Platform Requirements*: informações sobre outros softwares e hardwares necessários. Este elemento de dado serve para descrições de requisitos que não podem ser definidos no elemento de dado 4.4 *Technical.Requirement*.

- 4.7 *Duration*: determina o tempo de duração da execução do OA. Este elemento de dado é útil para sons, filmes ou animações.

### 2.3.2.5 Categoria 5. *Educational*

Esta categoria descreve as características educacionais ou pedagógicas do OA. Essa é a informação pedagógica essencial para aqueles que estão envolvidos na realização de uma experiência de aprendizagem com qualidade. Os elementos de dados que compõem esta categoria são:

- 5.1 *Interactivity Type*: modo de aprendizagem predominante no uso do OA. Esse metadado pode ter os seguintes valores: “ativo”, “expositivo” ou “misto”.
- 5.2 *Learning Resource Type*: define o tipo específico do recurso do OA. O tipo mais dominante deve ser declarado primeiro. Os valores possíveis para esse metadados são: “exercícios”, “simulação”, “questionário”, “diagrama”, “figura”, “gráfico”, “índice”, “slide”, “tabela”, “texto narrativo”, “avaliação”, “experimento”, “indicação do problema”, “auto-avaliação”, “leitura”.
- 5.3 *Interactivity Level*: o grau de interatividade que caracteriza o OA. Nesse contexto, interatividade se refere ao grau em que o aluno pode influenciar no aspecto ou no comportamento do OA. Pode ter os seguintes valores: “muito baixo”, “baixo”, “médio”, “alto”, “muito alto”.
- 5.4 *Semantic Density*: especifica o grau de concisão de um OA. A densidade semântica de um OA pode ser estimada em termos de tamanho, amplitude, ou em casos de vídeo, ou áudio, em duração, tempo. Seus valores podem ser: “muito baixo”, “baixo”, “médio”, “alto”, “muito alto”.
- 5.5 *Intended End User Role*: define o principal usuário para qual o OA foi projetado. Pode possuir os seguintes valores “professor”, “autor”, “aprendiz”, “gerente”.
- 5.6 *Context*: caracteriza o ambiente onde o aprendizado e o uso do OA será realizado. Esse metadado pode ter os seguintes valores “escola”, “universidade”, “treinamento”, “outros”.
- 5.7 *Typical Age Range*: indica a idade ideal para o uso do OA, que difere da idade cronológica. Pode ser especificado a idade exata, ou intervalos de idade.
- 5.8 *Difficulty*: define o nível de dificuldade para se trabalhar com o OA. Possui os seguintes valores: “muito fácil”, “fácil”, “médio”, “difícil”, “muito difícil”.
- 5.9 *Typical Learning Time*: define o tempo característico ou aproximado que o aluno despende para estudar o OA.
- 5.10 *Description*: descreve comentários sobre como este OA pode ser utilizado.
- 5.11 *Language*: especifica o idioma utilizado pelo usuário para aprender o OA.

### 2.3.2.6 Categoria 6. *Rights*

A categoria 6. *Rights* descreve os direitos sobre a propriedade intelectual e condições de uso do objeto de aprendizagem, e possui os seguintes elementos de dados:

- 6.1 *Cost*: define se o uso do objeto de aprendizagem requer pagamento. Os valores possíveis para esse metadado são “sim” ou “não”.
- 6.2 *Copyright and Other Restrictions*: especifica os direitos autorais ou outras restrições que são aplicadas ao uso do objeto de aprendizagem. Os valores possíveis para esse metadado são “sim” ou “não”.
- 6.3 *Description*: define comentários sobre as condições de uso do OA.



### 2.3.2.7 Categoria 7. *Relation*

A Categoria 7. *Relation* define as relações entre os objetos de aprendizagem. Para definir essas relações devem existir pelo menos duas instâncias dessa categoria. Se há mais de um OA alvo, que é o objeto que está sendo relacionado com outros, então cada alvo deverá obrigatoriamente ter uma nova instância dessa categoria.

- 7.1 *Kind*: natureza das relações entre o OA e o objetivo do OA. Os valores para esse metadado podem ser “é parte de”, “tem parte”, “é versão de”, “tem versão”, “é formato de”, “tem formato”, “referência”, “é referenciado por”, “é baseado em”, “é base para”, “requer”, “é requerido por”.

- 7.2 *Resource*: identifica o OA alvo ao qual esta relação se refere.

- 7.2.1 *Identifier*: um identificador único que identifica o OA alvo.

- 7.2.1.1 *Catalog*: o nome ou designador da identificação ou esquema de catalogação da entrada, um esquema de metadados.

- 7.2.1.2 *Entry*: o valor do identificador com a identificação ou esquema de catálogo que designa ou identifica o OA alvo, uma string específica de *namespace*.

- 7.2.2 *Description*: descreve o OA alvo.

### 2.3.2.8 Categoria 8. *Annotation*

Esta categoria fornece informações sobre o uso educacional do OA, e por quem e quando essas informações foram criadas. Esta categoria habilita educadores a compartilhar suas avaliações do OA, sugestões para uso, etc. Possui 3 elementos de dados:

- 8.1 *Entity*: entidade, pessoa ou organização que criou o comentário.

- 8.2 *Date*: a data em que o comentário foi criado.

- 8.3 *Description*: texto descrevendo a experiência, a sugestão de quem usou o OA.

### 2.3.2.9 Categoria 9. *Classification*

A Categoria 9. *Classification* descreve onde o OA entra em um sistema particular de classificação, e é composta pelos elementos de dados:

- 9.1 *Purpose*: o objetivo desse metadado dentro da classificação. Pode conter os seguintes valores “disciplina”, “idéia”, “pré-requisito”, “objetivo educacional”, “acessibilidade”, “restrições”, “nível educacional”, “nível de habilidade”, “nível de segurança”, “competência”.

- 9.2 *Taxon Path*: define um caminho taxonômico em um sistema específico de classificação. Cada nível sucessor é um refinamento na definição do nível antecessor. Pode haver caminhos diferentes, na mesma ou em diferentes classificações, os quais descrevem as mesmas características. É subdividido nos seguintes elementos de dados:

- 9.2.1 *Source*: o nome do sistema de classificação. Este elemento de dado pode usar uma taxonomia reconhecida oficialmente ou uma taxonomia definida pelo usuário.

- 9.2.2 *Taxon*: um termo particular em uma taxonomia. Uma taxonomia é um nodo que tem um *label* ou um termo definido, composto por 2 elementos de dados:

- 9.2.2.1 *Id*: o identificador da taxonomia, tal como um número ou combinação de letras fornecidas pela fonte da taxonomia.
- 9.2.2.2 *Entry*: define uma descrição textual da taxonomia.
- 9.3 *Description*: descrição do OA relativo ao estado 9.1 *Classification.Purpose* da classificação específica.
- 9.4 *Keyword*: palavras-chave e frases descritivas do OA relativas ao estado 9.1 *Classification.Purpose* dessa classificação específica, tal como acessibilidade, segurança, nível, etc.

Os elementos de dados do padrão LOM são todos opcionais, isto significa que uma instância que inclui valores de qualquer elemento de dado definido no esquema está em conformidade com este padrão. Neste sentido, os ambientes de aprendizagem e os repositórios de Objetos de Aprendizagem é que definem quais os elementos de dados serão obrigatórios.

Os ambientes de aprendizagem e os repositórios podem, além de adotar o padrão LOM, estender este conjunto e definir seus próprios elementos para descrever seus objetos, criando assim um perfil de aplicação (HEERY, 2000), o qual estará em conformidade com o padrão.

### 2.3.3 Perfis de Aplicação baseados no Padrão LOM

Os repositórios de OA podem armazenar objetos específicos, de um determinado domínio, ou objetos abrangentes, que pertencem a vários domínios. Baseando-se no tipo de OA que possuem, e com o objetivo de descrever adequadamente esses objetos, os repositórios criam perfis de aplicação de metadados. Esses perfis são definidos com base em um ou mais padrões de metadados, e podem conter, além dos metadados dos padrões, outros que são definidos a fim de descrever alguma característica do OA que os padrões não contemplam.

Com a especificação de um padrão de metadados próprio para OA, o LOM, a maioria dos repositórios utiliza os metadados desse padrão para criar seus perfis, entre outros podemos citar: KPS, MERLOT, CAREO, SMETE, Lydia (LYDIA, 2003), *The Learning Matrix* (THE LEARNING MATRIX, 2003). Nessa seção são descritos os perfis de metadados definidos pelos repositórios KPS, MERLOT e CAREO.

O KPS criou um perfil de metadados baseado no LOM, com alguns metadados próprios para descrever seus OA. Esse perfil é organizado em 6 (seis) categorias: 1. *General*, 2. *Semantics*, 3. *Pedagogical*, 4. *Technical*, 5. *Indexation* e 6. *Annotation* (NAJJAR, 2003), que possuem 43 (quarenta e três) elementos de dados. A Tabela 2.1 mostra os elementos de dados utilizados no KPS, e seu(s) correspondente(s) no esquema do padrão LOM. Dois elementos de dados são próprios do repositório, por isso não possuem correspondente no padrão LOM. Os metadados marcados com “\*” são metadados invisíveis ao usuário tanto na indexação quanto na consulta de OA.

Tabela 2.1: Metadados do Repositório ARIADNE KPS

Ariadne KPS		LOM
Categoria	Metadado	Metadado

Tabela 2.1: Metadados do Repositório ARIADNE KPS (continuação)

1. General	1.1 title	1.2 General.Title <sup>2</sup>
	1.2 language	1.3 General.Language
	1.3 date	2.3.3LifeCycle.Contribute.Date
	1.4 usage rights	6.1 Rights.Cost
	1.5 usage remarks	6.3 Rights.Description
	1.6 restrictions	6.2 Rights.Copyright and others restrictions
	1.7 Version information (Based On)	7.2.2 Relation.Resource.Description com 7.1 Relation.Kind = 'isversionof'
	1.8 authors	2.3.2 LifeCycle.Contribute.Entity com 2.3.1 LifeCycle.Contribute.Role = 'author'
	1.9 source	7.2.2 Relation.Resource.Description com 7.1 Relation.Kind='isbasedon'
	1.10 description	1.4 General.Description
2. Semantics	2.1 science type	9.2.2.2 Classification.TaxonPath.Taxon[1].Entry, com 9.1 Classification.Purpose='discipline', e 9.2.1 Classification.TaxonPath.Source = 'ARIADNE'
	2.2 main discipline	9.2.2.2 Classification.TaxonPath.Taxon[2].Entry, com 9.1 Classification.Purpose='discipline' e 9.2.1 Classification.TaxonPath.Source = 'ARIADNE' e 9.2.2.2 Classification.TaxonPath.Taxon[1] = 2.1 science type
	2.3 sub discipline	9.2.2.2 Classification.TaxonPath.Taxon[3].Entry com 9.1 Classification.Purpose='discipline' e 9.2.1 Classification.TaxonPath.Source = 'ARIADNE' e 9.2.2.2 Classification.TaxonPath.Taxon[1]=2.1 Science type e 9.2.2.2 Classification.TaxonPath.Taxon[2]=2.2 main discipline

<sup>2</sup> Nesta dissertação os nomes dos metadados do padrão LOM são denominados através de seu número e nome quando são citados juntamente com sua respectiva categoria, por exemplo “2.3.3 Date”. Quando o metadado for citado no texto separado da categoria, seu formato é composto pelo número e nome da categoria a qual ele pertence, pelos números e nomes dos sub-elementos da categoria, e finalmente pelo nome do metadado, por exemplo “2.3.3 LifeCycle.Contribute.Date”.

Tabela 2.1: Metadados do Repositório ARIADNE KPS (continuação)

	<i>2.4 main concept</i>	<p>9.2.2.2  <i>Classification.TaxonPath.Taxon[4].Entry, com</i>  9.1 <i>Classification.Purpose='discipline' e</i>  9.2.1:<i>Classification.TaxonPath.Source = 'ARIADNE' e</i>  9.2.2.2  <i>Classification.TaxonPath.Taxon[1]=2.1 science type e</i>  9.2.2.2  <i>Classification.TaxonPath.Taxon[2]=2.2 main discipline e</i>  9.2.2.2  <i>Classification.TaxonPath.Taxon[3]=2.3 sub discipline</i></p>
	<i>2.5 concept synonyms</i>	<p>9.2.2.2  <i>Classification.TaxonPath.Taxon[4].Entry com</i>  9.1 <i>Classification.Purpose='discipline' e</i>  9.2.1  <i>Classification.TaxonPath.Source='ARIADNE' e</i>  9.2.2.2  <i>Classification.TaxonPath.Taxon[1]=2.1 science type e</i>  9.2.2.2 <i>Classification.TaxonPath.Taxon[2] = 2.2 main discipline e</i>  9.2.2.2<i>Classification.TaxonPath.Taxon[3]= 2.3 sub discipline e</i>  9.2.2.2:<i>Classification.TaxonPath.Taxon[4].Entry = 2.4 main concept</i></p>
	<i>2.6 other Important concepts</i>	<p>9.2.2.2<i>Classification.TaxonPath.Taxon[4].Entry, em adição</i>  9.2.2 <i>Classification.TaxonPath.Taxon com</i>  9.1 <i>Classification.Purpose='discipline' e</i>  9.2.1<i>Classification.TaxonPath.Source = 'ARIADNE' e</i>  9.2.2.2<i>Classification.TaxonPath.Taxon[1] = 2.1 science type e</i>  9.2.2.2<i>Classification.TaxonPath.Taxon[2]= 2.2 main discipline e</i>  9.2.2.2<i>Classification.TaxonPath.Taxon[3]= 2.3 sub discipline</i>  9.2.2.2<i>Classification.TaxonPath.Taxon[4].Entry = 2.5 concept synonyms</i></p>
<i>3. Pedagogical</i>	<i>3.1 user type</i>	<i>5.5 Educational.IntendedEndUserRole</i>
	<i>3.2 document type</i>	<i>5.1 Educational.InteractivityType</i>
	<i>3.3 document format</i>	<i>5.2 Educational.LearningResourceType</i>

Tabela 2.1: Metadados do Repositório ARIADNE KPS (continuação)

	<i>3.4 interactivity level</i>	<i>5.3 Educational.InteractivityLevel</i>
	<i>3.5 semantic density</i>	<i>5.4 Educational.SemanticDensity</i>
	<i>3.6 pedagogical duration</i>	<i>5.9 Educational.TypicalLearningTime</i>
	<i>3.7 difficulty level</i>	<i>5.8 Educational.Difficulty</i>
	<i>3.8 didactical context</i>	9.2.2.2 <i>Classification.TaxonPath.Taxon[1].Entry, com</i> 9.1 <i>Classification.Purpose='educational level', e</i> 9.2.1 <i>Classification.TaxonPath.Source = 'ARIADNE'</i>
	<i>3.9 granularity</i>	<i>1.8 General.AgregationLevel</i>
<i>4. Technical</i>	<i>4.1 Main file name</i>	-
	<i>4.2 media (MIME) types</i>	<i>4.1 Technical.Format</i>
	<i>4.3 operating system (OS)</i>	4.4.1.2 <i>Technical.Requirements.OrComposite.Name com</i> 4.4.1.1 <i>Technical.Requirements.OrComposite.Type = 'operating system'</i>
	<i>4.4 required disk space (KB)</i>	<i>4.2 Technical.Size</i>
	<i>4.5 OS version</i>	4.4.1.3 <i>Technical.Requiremenst.OrComposite.MinimumVersion com</i> 4.4.1.1 <i>Technical.Requirements.OrComposite.Type = 'operating system' e</i> 4.4.1.2 <i>Technical.Requirements.OrComposite.Name = 4.3 operating system</i>
	<i>4.6 installation notes</i>	<i>4.5 Technical.InstallationRemarks</i>
	<i>4.7 other constraints</i>	4.6 <i>Technical.OtherPlatformRequirements</i>
<i>5. Indexation</i>	<i>5.1 header creation</i>	3.2.3 <i>MetaMetadata.Contribute.Date com</i> 3.2.1 <i>MetaMetadata.Contribute.Role='creator' e</i> 3.2.2 <i>MetaMetadata.Contribute.Entity = 5.2 author</i>
	<i>5.2 header author*</i>	3.2.2 <i>MetaMetadata.Contribute.Entity com</i> 3.2.1 <i>MetaMetadata.Contribute.Role = 'creator'</i>

Tabela 2.1: Metadados do Repositório ARIADNE KPS (continuação)

	5.3 <i>validation date</i>	3.2.3 <i>MetaMetadata.Contribute.Date</i> com 3.2.1 <i>MetaMetadata.Contribute.Role</i> = 'validator' e 3.2.2 <i>MetaMetadata.Contribute.Entity</i> = 5.4 <i>validator</i>
	5.4 <i>validator</i>	3.2.2 <i>MetaMetadata.Contribute.Entity</i> com 3.2.1 <i>MetaMetaData.Contribute.Role</i> = 'validator'
	5.5 <i>identifier</i>	1.1.2 <i>General.Identifier.Entry</i> com 1.1.1 <i>General.Identifier.Catalog</i> = 'ARIADNE' e 4.3 <i>Technical.Location</i>
	5.6 <i>last modified date</i> *	3.2.3 <i>MetaMetadata.Contribute.Date</i>
	5.7 <i>language</i> *	3.4 <i>MetaMetadata.Language</i>
6. <i>annotation</i>	6.1 <i>creation date</i>	8.2 <i>Annotation.Date</i>
	6.2 <i>language</i>	-
	6.3 <i>annotation</i>	8.3 <i>Annotation.Description</i>
	6.4 <i>annotator</i> *	8.1 <i>Annotation.Entity</i>

O perfil de metadados utilizado pelo repositório Merlot é composto por 20 (vinte) elementos, entre os quais, 14 (quatorze) elementos são do padrão LOM, e 6 (seis) são próprios do Merlot. Esses metadados e seus correspondentes no padrão LOM são mostrados na Tabela 2.2. Os metadados marcados com "\*" são obrigatórios, ou seja, se não forem informados, não é possível catalogar os OA no repositório.

Tabela 2.2: Metadados do Repositório Merlot

<b>Merlot</b>	<b>LOM</b>
<i>Title or Name</i> *	1.2 <i>General.Title</i>
<i>Content URL</i> *	4.3 <i>Technical.Location</i>
<i>Mirror Site</i>	-
<i>Description</i>	1.4 <i>General.Description</i>
<i>Photo URL</i>	-
<i>Type of Material</i> *	5.2 <i>Educational.LearningResourceType</i>
<i>Primary Audience</i>	5.6 <i>Educational.Context</i>
<i>Subject Category</i> * ( <i>Sub-Category</i> )	9. <i>Classification</i>
<i>Author's Name</i>	2.3.2 <i>LifeCycle.Entity</i>
<i>Author's Email</i>	
<i>Author's Organization</i>	
<i>Technical Format</i>	4.1 <i>Technical.Format</i>
<i>Learning Management System Compatibility</i>	-
<i>Technical Requirements</i>	4.4 <i>Technical.Requirements</i>
<i>Version</i>	4.4.1.3 <i>Technical.MinimumVersion</i>
<i>Language of Material</i>	1.3 <i>General.Language</i>
<i>Section 508 Compliant</i>	-
<i>Cost involved with Use</i>	6.1 <i>Rights.Cost</i>
<i>Copyright and/or Other Restrictions</i>	6.2 <i>Rights.CopyrightandOtherRestrictions</i>
<i>Source Code Available</i>	-

O repositório Careo utiliza um conjunto de 27 (vinte e sete) metadados baseados no padrão LOM, denominado *CanCore* (FRIESEN, 2001). Esse conjunto de metadados é classificado em cinco categorias: 1. *General*, 2. *Author and Other Contributors*, 3. *Educational*, 4. *Technical/Other* e 5. *Administrative Metadata*. A Tabela 2.3 apresenta os metadados do *CanCore*, e seu(s) respectivo(s) elemento(s) no padrão LOM.

Os metadados do LOM que estão marcados com “\*” não são metadados correspondentes ao metadado no Careo, e sim, são metadados que estão classificados em algum esquema de classificação definido pelo repositório. Os valores desses metadados são determinados pelo que está definido no esquema de classificação.

Tabela 2.3: Metadados do Repositório CAREO

Careo		LOM
Categoria	Metadado	Metadado
1. General	Title	1.2 General.Title
	Web Address	4.3 Technical.Location
	Language	1.3 General.Language
2. Author and Other Contributors	Type of Contributor	2.3.1 LifeCycle.Contribute.Role
	Name, Email, Organization	2.3.2 LifeCycle.Contributor.Entity
3. Educational	Educational Type	5.2 Educational.LearningResourceType
	User	5.5 Educational.IntendedEndUserRole
	Context	5.6 Educational.Context
	Age Range	5.7 Educational.TypicalAgeRange
	Description	1.4 General.Description
	Key Words	1.5 General.Keywords
		9.1 Classification.Purpose="keywords"*
		9.2.1 Classification.TaxonPath.Source="natural language"*
		9.2.2.2 Classification.TaxonPath.Taxon.Entry*
		9.3 Classification.Description*
	9.4 Classification.Keyword*	
	Coverage	1.6 General.Coverage
	Discipline	9.1 Classification.Purpose="discipline"*
9.2.1 Classification.TaxonPath.Source="AlbertaLearningK-12" ou "AlbertaLearningTechnical" ou "AlbertaLearningUniversity"*		
9.2.2.2 Classification.TaxonPath.Taxon.Entry*		
9.3 Classification.Description*		
9.4 Classification.Keyword*		
Granularity (Pedagogical Type)	9.1 Classification.Purpose="pedagogicaltype"*	
	9.2.1 Classification.TaxonPath.Source="CanCore PedagogicalType"*	

Tabela 2.3: Metadados do Repositório CAREO (continuação)

		9.2.2.2 <i>Classification.TaxonPath.Taxon.Entry*</i>
		9.3 <i>Classification.Description*</i>
		9.4 <i>Classification.Keyword*</i>
4. <i>Technical/Other</i>	<i>Format</i>	4.1 <i>Technical.Format</i>
	<i>Size</i>	4.2 <i>Technical.Size</i>
	<i>Version</i>	2.1 <i>LifeCycle.Version</i>
	<i>Duration</i>	4.7 <i>Technical.Duration</i>
	<i>Requirements</i>	4.4.1.1 <i>Technical.Requirements.OrComposite.Type</i>
		4.4.1.2 <i>Technical.Requirements.OrComposite.Name</i>
		4.4.1.3 <i>Technical.Requirements.OrComposite.MinimumVersion</i>
		4.5 <i>Technical.InstallationRemarks</i>
	<i>Copyright and other restrictions</i>	6.1 <i>Rights.Cost</i>
		6.2 <i>Rights.CopyrightAndOtherRestrictions</i>
6.3 <i>Rights.Description</i>		
<i>Relation</i>	7.1 <i>Relation.Kind</i>	
	7.2.1 <i>Relation.Resource.Identifier</i>	
5. <i>Administrative Metadata</i>	<i>MetaMetadata.Identifier</i>	3.1 <i>MetaMetadata.Identifier</i>
	<i>MetaMetadata.Contribute.Role</i>	3.2.1 <i>MetaMetadata.Contribute.Role</i>
	<i>MetaMetadata.Contribute.Entity</i>	3.2.2 <i>MetaMetadata.Contribute.Entity</i>
	<i>MetaMetadata.Date</i>	3.2.3 <i>MetaMetadata.Contribute.Date</i>
	<i>MetaMetadata.MetadataSchema</i>	3.3 <i>MetaMetadata.MetadataSchema</i>
	<i>MetaMetadata.Language</i>	3.4 <i>MetaMetadata.Language</i>

Os perfis de metadados criados para descrever os OA dos repositórios são, na sua maioria, baseados no padrão LOM, incluindo alguns metadados próprios. Assim, são totalmente compatíveis com o padrão LOM, o que torna seus objetos de aprendizagem interoperáveis com qualquer sistema que também utilize esse padrão ou um perfil baseado nele. Dos 58 (cinquenta e oito) metadados do padrão LOM, os repositórios usam em torno de 25 (vinte e cinco) metadados. Os mais utilizados são os metadados das categorias “1.General”, “2.LifeCycle”, “4.Technical”, “5.Educational” e “6.Rights”.



### 3 TRABALHOS RELACIONADOS

A preocupação em recuperar automaticamente metadados se deve a pouca quantidade de metadados que são informados no momento de catalogá-los. E também pelo fato de que os valores informados nem sempre são consistentes, pois os autores informam valores errados, não adequados ao metadado (KABEL, 2003).

Os estudos e pesquisas para solucionar esse problema são recentes. Essa recuperação automática é realizada em ambientes de aprendizagem (CARDINAELS, 2005), em repositórios de OA (CARDINAELS, 2005) e em bibliotecas digitais (AMEGA, 2005). Dos trabalhos que apresentam soluções para a recuperação dos metadados, foram considerados neste capítulo, apenas os que propõem recuperação de metadados no contexto de ensino-aprendizagem, os quais tem relação direta com o trabalho desenvolvido nessa dissertação.

#### 3.1 Ferramenta de indexação automática de metadados de OA no *Knowledge Pool System* (KPS)

O projeto ARIADNE possui um repositório de objetos de aprendizagem, chamado KPS (*Knowledge Pool System*) (DUVAL, 2001), que tem como objetivo o compartilhamento e reuso de OA. O KPS permite que qualquer recurso digital, sem restrição de formato seja armazenado no repositório, os quais poderão ser consultados e recuperados para reuso.

Os OA são armazenados no repositório KPS através da ferramenta SILO (*Search & Index Learning Objects*) (SILO, 2004), que solicita os metadados ao usuário através de um formulário. Atualmente o SILO, realiza algumas tarefas automaticamente como, por exemplo, com base no perfil do usuário, o SILO utiliza o primeiro nome do usuário como valor para o metadado autor.

Para gerar metadados automaticamente para os OA armazenados no KPS, (CARDINAELS, 2002) definiu três métodos: a) Indexação Baseada no Perfil, b) Análise das Propriedades dos Documentos e c) Busca por Similaridade.

O método de Indexação Baseada no Perfil utiliza informações sobre o autor para deduzir propriedades dos documentos. A idéia é que diferentes documentos do mesmo autor são similares, contém os mesmos metadados. Por exemplo, o metadado que corresponde à instituição para a qual o autor trabalha, pode ser inserida automaticamente. Além do perfil do autor, pretende-se utilizar o perfil dos cursos e dos documentos usados nos cursos, assim, pode-se obter metadados baseado no contexto.

Os metadados técnicos dos OA são gerados automaticamente através do método de Análise das Propriedades dos Documentos. Através desse método é possível obter

metadados como: tamanho e formato do arquivo. Se o arquivo for multimídia a sua duração (tempo) pode ser capturada.

A indexação de novos OA pode ser feita através do reuso de descrições existentes. O próprio autor procura um OA similar ao que ele deseja indexar e edita (DUVAL, 2001) essa descrição existente adaptando-a ao novo OA que está sendo indexado. Para automatizar essa indexação é necessário aplicar o método de Busca por Similaridade. Esse método pode ser usado para encontrar OA similares no repositório e reusar automaticamente suas descrições para indexar um novo OA. A ferramenta de indexação cria um índice dos documentos e pesquisa, através do casamento dos índices, por índices semelhantes na base de dados. Os metadados do documento que melhor casar serão reusados como base para os metadados do novo OA a ser indexado.

Os métodos de indexação trabalham com informações que são extraídas de diferentes fontes (CARDINAELS, 2005). Através do KPS, é possível a extração de informações sobre: a) Conteúdo do Documento; b) Contexto do Documento; c) Uso do Documento e d) Estrutura da Composição do Documento.

O Conteúdo do Documento é a principal fonte de informações sobre o OA. Analisando o conteúdo do documento, independente de seu uso, de seu contexto, pode-se extrair informações como palavras-chave, idioma, entre outras. Informações sobre o Contexto onde o Documento está inserido são úteis para a geração de metadados. O OA pode estar em um contexto específico, ou em vários contextos, e as características desses contextos são úteis para descrever o OA.

O real uso do OA é uma rica fonte de informação, muitas vezes fornece metadados mais flexíveis e consistentes do que alguns valores teoricamente adquiridos através de outras fontes, ou até mesmo informados pelo autor do OA. Através dos *logs* da interação do usuário, é possível descobrir o tempo que ele levou para ler um conteúdo, ou para resolver um exercício. Os OA podem ser partes de um todo ou podem ser armazenados separadamente o que permite que se possa adquirir informações sobre a estrutura desse objeto. Metadados sobre o todo, do qual o OA faz parte, podem muitas vezes ser metadado do próprio objeto.

(CARDINAELS, 2005) desenvolveu um *framework* de Geração Automática de Metadados, o AMG (*Automating Metadata Generation*). O AMG é acoplado ao KPS como uma ferramenta de indexação automática de metadados de OA. Essa indexação é aplicada no *Blackboard Learning Management System* (VANDEPITTE, 2003). As fontes de informação implementadas no *framework* são: Conteúdo do Documento e Contexto do Documento. Para isso são usados dois indexadores, Indexador Baseado no Objeto e Indexador Baseado no Contexto. Além disso, o sistema possui um extrator que recupera informações do texto e as propriedades do documento, e um "*MetadataMerger*" que combina os resultados dos diferentes indexadores em um conjunto de metadados.

O framework está sendo implementado através de serviços Web. O serviço *web* é denominado "*Simple Indexing Interface*", o qual é uma aplicação da interface do programador para implementar os serviços. Essa implementação é baseada na definição de serviços *web* que habilita a consulta em repositórios de OA em um padrão comum chamado *Simple Query Interface Standard* (SIMON, 2005). Os métodos do serviço *web* desenvolvido são mostrados na tabela 3.1.

Tabela 3.1: Métodos do Serviço Web *Simple Indexing Interface* (CARDINAEELS, 2005)

<i>Session handling methods</i>
StartSession
EndSession
<i>Session Configuration</i>
SetMetadataLanguage
SetConflictHandlingMethod
SetMetadataFormat
SetMetadataFormat
GetSupportedConflictHandlingMethods
GetSupportedLanguages
GetSupportedMetadataFormats
<i>Learning Object Indexing</i>
GetMetadata
GetMetadataXML

Através da aplicação do *framework* completo nos documentos de um curso do *Blackboard*, é possível indexar automaticamente 17 metadados dos 18 metadados (obrigatórios) utilizados pelo KPS. A Tabela 3.2 mostra os metadados gerados automaticamente pelo AMG que possuem metadados correspondentes no padrão LOM.

Tabela 3.2: Metadados gerados pelo AMG *framework* (CARDINAEELS, 2005) e seu correspondente no padrão LOM

Ariadne KPS		LOM
Categoria	Metadado	Metadado
1. General	1.1 title	1.2 General.Title
	1.2 language	1.3 General.Language
	1.3 date	2.3.3 LifeCycle.Contribute.Date
	1.4 usage rights	6.1 Rights.Cost
	1.8 authors	2.3.2 LifeCycle.Contribute.Entity com 2.3.1 LifeCycle.Contribute.Role = 'author'
2. Semantics	2.2 main discipline	9.2.2.2 Classification.TaxonPath.Taxon[2].Entry, com 9.1 Classification.Purpose='discipline' e 9.2.1 Classification.TaxonPath.Source = 'ARIADNE' e 9.2.2.2 Classification.TaxonPath.Taxon[1] = 2.1 science type
3. Pedagogical	3.2 document type	5.1 Educational.InteractivityType
	3.3 document format	5.2 Educational.LearningResourceType
4. Technical	4.3 operating system (OS)	4.4.1.2 Technical.Requirements.OrComposite.Name com 4.4.1.1 Technical.Requirements.OrComposite.Type='operating system'
	4.4 required disk space	4.2 Technical.Size
6. annotation	6.1 creation date	8.2 Annotation.Date

## 3.2 Ferramenta Semi-automática para Indexar Objetos de Aprendizagem

Bourda apresenta uma proposta de ferramenta que indexa semi-automaticamente objetos de aprendizagem (BOURDA, 2002). A indexação dos objetos de aprendizagem é feita através dos metadados do padrão LOM, os quais são implementados através de RDF (KEKHIA, 2001). A indexação é feita através do perfil do usuário, e através da relação entre os documentos. Para indexar baseando-se no perfil do usuário, o sistema utiliza a base de dados como fonte de dados, e para a indexação pela relação entre os documentos, a fonte de dados usada é o contexto do documento.

Essa ferramenta considera que muitos valores de metadados usados por um usuário para indexar um OA, são os mesmos no momento em que ele indexa novos OA. Os valores que são freqüentemente utilizados pelo usuário formam o perfil do usuário. Esse perfil é formado pelas suas preferências no momento de indexar um OA, e sobre as informações da instituição a qual ele pertence. Dessa maneira, o sistema pode indexar automaticamente os OA, baseado neste perfil. A indexação é realizada da seguinte forma: o sistema consulta a base de dados e recupera as preferências do usuário, esses valores são utilizados para os próximos objetos a serem indexados pelo mesmo usuário. Se os valores anteriormente utilizados não são adequados para o objeto que está sendo indexado o usuário pode alterá-los.

A indexação baseada na relação entre os documentos considera a criação e indexação de vários OA, que juntos formam um recurso instrucional. Dessa maneira pode-se extrair metadados da relação entre esses OA. Quando o usuário cria um recurso, ele já tem definido o objetivo educacional e o público alvo daquele recurso. Assim, essas informações são utilizadas para indexar todos os OA que formam o recurso instrucional. Pode ser que essas informações não sirvam para indexar alguns OA, mas como a ferramenta é semi-automática o usuário tem a possibilidade de alterá-las. Outros metadados podem ser extraídos através de deduções das relações entre os OA contidas nos documentos RDF. No momento da indexação, o usuário é solicitado a informar as relações entre os OA, entre outras podemos citar: “*IsVersionOf*”, “*Replaces*”, “*IsFormatOf*”, etc. A partir dessas relações o sistema deduz alguns metadados, por exemplo, o metadado “*1.8 Aggregation Level*” é deduzido da descrição “*IsPartOf*”, o “*2.1 Version*” é deduzido da relação “*IsVersionOf*”.

Essa ferramenta indexa objetos de aprendizagem baseada em informações sobre o autor e sobre o próprio objeto de aprendizagem. Todos os metadados são obtidos de forma semi-automática, ou seja, o autor deve revisar, para ver se os metadados estão corretos, porque o sistema não garante a consistência dos metadados obtidos.

## 3.3 Considerações

Analisando os trabalhos estudados, pode-se considerar que existem limitações na recuperação de metadados. As técnicas aplicadas não contemplam todos os metadados do padrão LOM e a quantidade de metadados recuperados é insuficiente para descrever um OA a fim de que sua busca e recuperação sejam eficazes.

As técnicas de recuperação são definidas apenas para recuperar os metadados que são utilizados no ambiente ou repositório em que a recuperação é aplicada. Isso dificulta a utilização das técnicas para outros perfis de metadados e também limita a quantidade de metadados recuperados.

Considerando que um OA é adequadamente descrito através dos 58 elementos de dados do padrão LOM, para que seja possível realizar uma busca e recuperação do OA para reuso é necessário que este seja descrito com a maior quantidade possível de metadados do LOM. Como visto nos trabalhos relacionados, o melhor resultado obtido foi a recuperação de 11 metadados do padrão LOM. Um OA descrito com essa quantidade de metadados é considerado com baixa potencialidade de reuso, porque a sua busca e recuperação é prejudicada.

Após o estudo sobre os trabalhos relacionados, viu-se a necessidade de criar formas de recuperação que contemplem a maior quantidade possível de metadados do padrão LOM. Assim, os OA estarão descritos adequadamente o que potencializará seu reuso. A idéia é, partindo do conjunto de metadados do LOM, definir de onde cada metadado pode ser recuperado, ou seja, qual a fonte de dados para cada metadado. Para que essa recuperação seja eficiente e resulte em metadados consistentes, é necessário um ambiente de aplicação que contenha meta-informação armazenada na estrutura interna de representação, onde os OA estejam inseridos em um contexto e que tenham ligação com outros OA. Partindo desse objetivo, foi desenvolvido um módulo de recuperação de metadados de OA no ambiente AdaptWeb, um ambiente que possui as características citadas. O módulo de recuperação de metadados é descrito em detalhes no capítulo 4.

## 4 RECUPERAÇÃO DE METADADOS NO ADAPTWEB

A proposta deste trabalho é definir técnicas para recuperação de metadados de OA. Essas técnicas são baseadas nos metadados do padrão LOM e no contexto em que o OA está inserido. As técnicas de recuperação possuem como objetivo recuperar, com a mínima interação do usuário, a maior quantidade possível de metadados. Para isso foi especificado um modelo de recuperação de metadados integrado a um ambiente de ensino aprendizagem, o qual possui meta-informação em sua estrutura e funcionamento. O ambiente utilizado é o AdaptWeb, que foi desenvolvido por um consórcio de pesquisa envolvendo a UFRGS e a Universidade Estadual de Londrina (UEL). Com os dados disponíveis nessa ambiente, tornou-se possível determinar as formas de recuperação de metadados e suas respectivas técnicas de recuperação.

Esse capítulo é composto por 5 seções. A seção 4.1 apresenta os conceitos e funcionalidades do Ambiente AdaptWeb, onde é aplicada a recuperação dos metadados. A seção 4.2 descreve o Modelo de Recuperação de Metadados que foi definido, a seção 4.3 apresenta a integração do Módulo de Recuperação de Metadados com o ambiente AdaptWeb. Na seção 4.4 são descritas as formas e técnicas de recuperação de Metadados que foram definidas e como elas são aplicadas, e a seção 4.5 apresenta a implementação do protótipo.

### 4.1 Ambiente AdaptWeb

O ambiente AdaptWeb (FREITAS, 2002a) permite a adaptabilidade de navegação, de apresentação e de conteúdo, através da autoria de disciplinas integrantes de cursos EAD (Educação a Distância) na Web, de acordo com o modelo do aluno.

A arquitetura do AdaptWeb é composta por 4 módulos como mostra a Figura 4.1. O módulo “*Autorship*”, o módulo “*Storage in XML*”, o módulo “*Content Adaptation*” e o módulo “*Adaptive Interface*”.

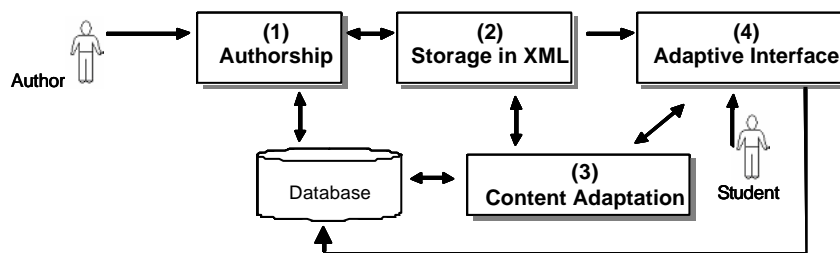


Figura 4.1: Arquitetura do AdaptWeb

O módulo “*Autorship*” auxilia o autor na organização e estruturação do conteúdo instrucional da disciplina através de uma sistemática de pré-autoria e uma ferramenta de

autoria. Após a estruturação da disciplina o módulo de autoria envia as informações e os dados para o módulo “*Storage in XML*”. Este módulo gera arquivos XML da disciplina de acordo com a organização e estruturação que o autor definiu no módulo anterior, e armazena a disciplina organizada em diretórios no servidor Web, e as informações sobre o autor e a disciplina são armazenadas na base de dados. O módulo “*Content Adaptation*” consulta o modelo do aluno na base de dados e filtra dos arquivos XML, correspondentes a disciplina, o conteúdo que deve ser apresentado ao aluno. O conteúdo deve ser apresentado em uma interface também adaptada, ou seja, adequada ao seu modelo do aluno, e o módulo “*Adaptive Interface*” é responsável por essa adaptação.

Neste trabalho serão descritos em detalhes apenas os módulos que são utilizados diretamente na recuperação dos metadados, o “*Autorship*” e o “*Storage in XML*”. Detalhes sobre o funcionamento dos outros módulos, o “*Content Adaptation*” e o “*Adaptive Interface*” podem ser encontrados respectivamente em (MARÇAL, 2003) e (GASPARINI, 2003).

#### **4.1.1 Módulo de Autoria**

O módulo de Autoria consiste na estruturação e organização do conteúdo instrucional a ser disponibilizado adequadamente ao usuário. O objetivo é organizar o conteúdo de uma disciplina através de conceitos, de forma hierárquica, em uma única estrutura adaptada para diferentes cursos. O conteúdo instrucional do AdaptWeb é composto por recursos educacionais do tipo: Conceito, Exemplo, Exercício e Material Complementar. Para a estruturação desse conteúdo o autor tem como base uma sistemática de pré-autoria para auxiliar no processo e uma ferramenta de autoria, ambas propostas por Freitas (FREITAS, 2002).

Para estruturar o material no ambiente o autor faz uso da ferramenta de autoria, onde cadastra os cursos, cadastra as disciplinas, e especifica para quais cursos deseja disponibilizar as disciplinas. Após isso é criada a estrutura de conteúdo, formando assim uma estrutura hierárquica, orientada a conceitos. Essa estrutura é formada a partir da inclusão dos conceitos, independente dos recursos relacionados aos conceitos. Isto quer dizer que o autor pode incluir todos os conceitos, formando a estrutura hierárquica, e depois associar aos conceitos, os exemplos, exercícios e material complementar, ou então, à medida que vai incluindo os conceitos, já pode ir associando eles aos exemplos, exercícios e material complementar.

Durante a manutenção do conceito o autor informa nome, descrição, palavras-chave, pré-requisitos, para quais cursos deseja disponibilizar aquele conceito, e o arquivo HTML referente ao conceito. Caso o HTML tenha algum arquivo associado, por exemplo, uma figura ou imagem, este deve ser carregado para o servidor. Criado o conceito o autor pode relacionar a ele exercícios, exemplos e materiais complementares informando o nome, o curso para o qual será disponibilizado e o arquivo HTML referente. Para exemplo e exercício ainda deve ser informado o nível de complexidade, classificado em fácil, médio e difícil. A Figura 4.2 mostra a ferramenta de autoria onde o tópico 2.2.1 somente será disponibilizado para alunos do curso de “*Engineering*” e de “*Computer Science*”.

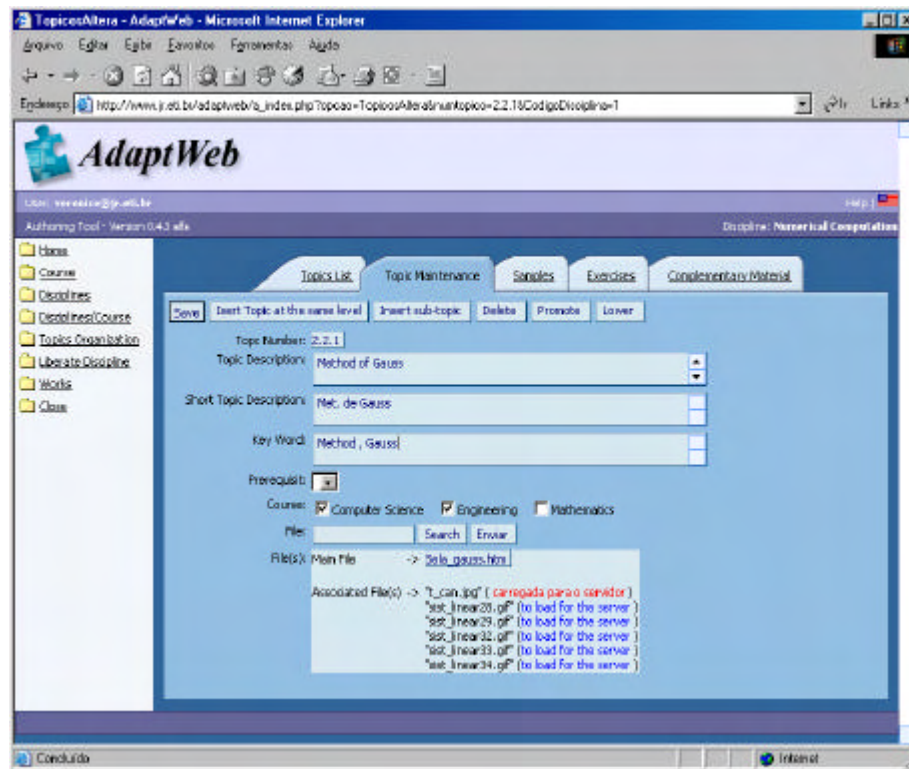


Figura 4.2: Manutenção do Conceito

Durante o processo de autoria, os dados referentes a estrutura do conteúdo da disciplina são armazenados em uma estrutura de dados matricial em memória onde cada linha da matriz contém informações referentes a um conceito. Esta estrutura é a entrada de dados para a etapa de armazenamento em XML, servindo como base para a geração dos arquivos utilizados nos demais módulos do ambiente AdaptWeb.

#### 4.1.2 Armazenamento da Estrutura do Conteúdo em XML

O ambiente AdaptWeb, através do módulo de Armazenamento em XML (AMARAL, 2002), gera arquivos em formato XML para armazenar a estrutura de dados em memória proveniente da fase de autoria. Para criação dos arquivos XML foram definidas duas DTD (*Document Type Definition*). Uma delas retrata a estrutura de conceitos definida pelo autor, já que na fase de autoria todos os conceitos de uma disciplina devem conter suas devidas informações. A outra DTD tem por finalidade descrever o conteúdo, ou seja, o conteúdo de cada tópico da disciplina, que será armazenado para cada conceito.

Com base nas DTD foi definido e implementado um algoritmo para conversão da representação de dados em memória, gerado na fase de autoria, em arquivos XML. Este algoritmo cria um arquivo XML para cada disciplina com sua respectiva estrutura de conceitos, a qual define as características de cada conceito da disciplina. Um trecho desse arquivo XML pode ser visto na Figura 4.3.



```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" standalone="no"?>
  <!DOCTYPE material SYSTEM "dtd\Estrutura_Topico.dtd">
<material disciplina="1">
  <topico numtop="1"
  desctop="Contexto e Objetivos da Computação Algébrica e Numérica"
  abreviacao="Cont. Obj. C.A.N."
  arquivoxml="Contexto.html"
  palchave="Objetivos, Computação, Algébrica, Numérica">
<curso identcurso="1">
<elementos>
</elementos>
</curso>
<curso identcurso="2">
<elementos>
</elementos>
</curso>
<curso identcurso="3">
<elementos>
</elementos>
</curso>
  </topico>
  <topico numtop="2"
  desctop="Sistemas Lineares de Equações Algébricas"
  abreviacao="Sist. Lin. de Eq. Alg"
  arquivoxml="Sistemas_de_Equacoes_Lineares_Algebrica.html"
  palchave="Sistemas, Equações">
<prereq identprereq="1"/>
<curso identcurso="1">

```

Figura 4.3: Arquivo XML da estrutura e dos conceitos que formam a disciplina

As informações sobre o conteúdo instrucional são armazenadas em outro arquivo XML, dividido em conceito, exemplo, exercício e material complementar. A Figura 4.4 mostra um exemplo do arquivo XML que armazena essas informações.

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" standalone="no"?>
<!DOCTYPE textomaterial SYSTEM "dtd/Elementos_Topico.dtd">
<textomaterial disciplina="1" numtop="2.1">
<conceito arquivo="Introducao.html">
<conteudo>
</conteudo>
<curso identcurso="1"/>
<curso identcurso="2"/>
<curso identcurso="3"/>
</conceito>
<exercico idexerc="1" descexerc=" Exercicio Introdutorio 1" arqexerc="Ex1facil.html"
compexerc="Fácil" >
<conteudo>
</conteudo>
<curso identcurso="1"/>
<curso identcurso="2"/>

```

Figura 4.4: Arquivo XML dos elementos do conteúdo do Conceito

Os arquivos XML são gerados somente se os dados da autoria, armazenados em memória, estiverem completos. O processo de geração de arquivos XML é validado através de um *parser* que percorre os documentos e utiliza a API (*Application Programming Interface*) e o DOM (*Document Object Model*) para o processo de validação. Cada documento XML do conteúdo contém a informação cadastrada pelo autor referente a cada conceito. Esta organização permite uma estruturação dos dados de forma hierárquica, pois sempre existe um único arquivo XML com a estrutura de conceitos da disciplina e tantos arquivos XML com conteúdo quantos forem os conceitos definidos.

A saída de dados deste módulo é composta por arquivos XML validados que são enviados ao servidor e servirão de entrada para o módulo de adaptação do conteúdo, que aplicará filtros nos arquivos a fim de adaptar o conteúdo de acordo com o modelo do aluno.

## 4.2 O Modelo de Recuperação de Metadados

Após o estudo e análise da estrutura e das informações disponíveis no AdaptWeb, foi possível definir formas e técnicas de recuperação de metadados, que são apresentadas neste capítulo.

A Recuperação de Metadados é composta pelas seguintes funcionalidades: Analisador do OA, Pesquisa no Banco de Dados, Pré-definição de Metadados, Base de Metadados Pré-definidos, Mapeamento, Inferências, Base de Crenças, Template de Metadados, e Base de Documentos XML e o Repositório de OA. A Figura 4.5 apresenta a arquitetura da recuperação de metadados proposta neste trabalho.

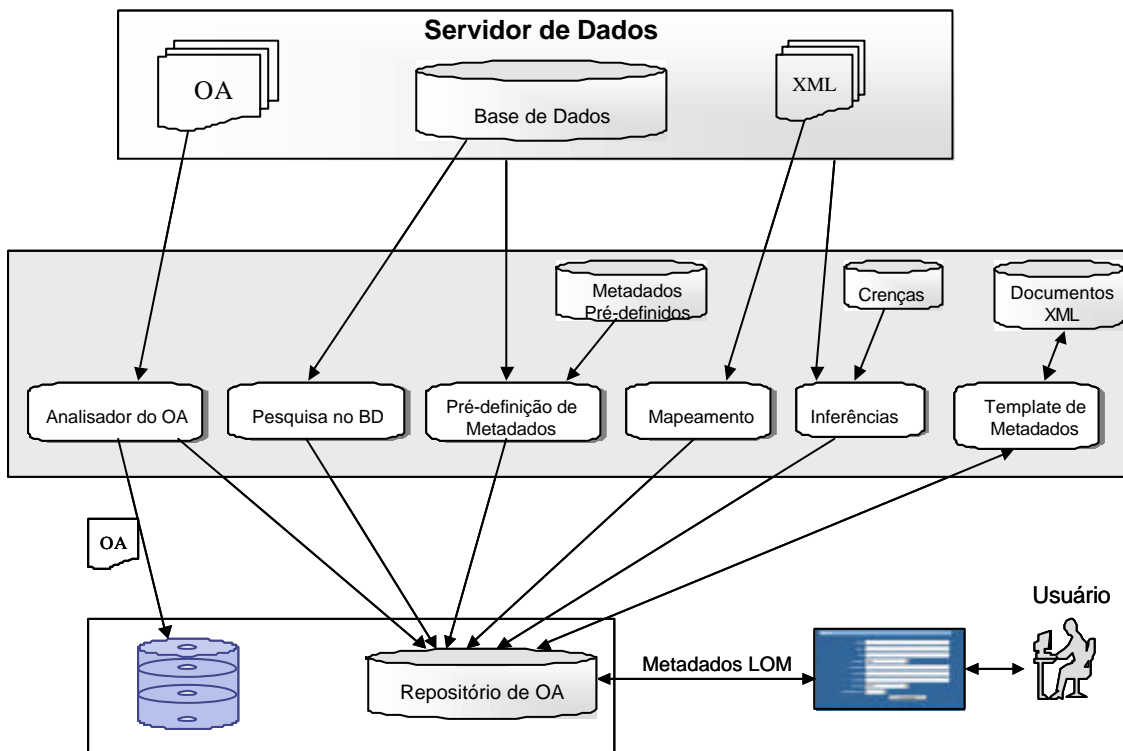


Figura 4.5: Arquitetura do Módulo de Recuperação de Metadados

A arquitetura proposta para a recuperação dos metadados é composta dos seguintes elementos:

- Servidor de Dados: o ambiente AdaptWeb é o servidor de dados, o qual fornece informações para realizar a recuperação de metadados. O módulo de recuperação de metadados acessa a base de dados do ambiente AdaptWeb, os documentos XML e o arquivo do OA.
- Analisador do OA: esta funcionalidade analisa o arquivo físico correspondente ao OA. Através dessa análise são recuperados alguns metadados, os quais são armazenados no repositório de OA. O arquivo físico correspondente ao OA é armazenado no disco.
- Pesquisa no Banco de Dados: é realizada uma pesquisa na base de dados do AdaptWeb de onde são recuperadas informações relevantes que irão se transformar em metadados, e serão armazenados no repositório. A Base de Dados do AdaptWeb contém informações sobre os cursos, disciplinas, conteúdo, informações sobre os usuários, tanto dados pessoais, como de navegação.
- Base de Metadados Pré-definidos: contém os valores de metadados que um OA pode possuir. Esses valores são definidos pelo sistema de recuperação, que se baseia no funcionamento, na estrutura do AdaptWeb e no contexto onde o OA está inserido.
- Pré-definição de Metadados: de acordo com o OA que está sendo descrito, essa funcionalidade define o valor que o metadado pode possuir, consultando na base de metadados pré-definidos. Após, os metadados são enviados para o repositório.
- Mapeamento: essa funcionalidade mapeia as informações dos documentos XML de uma disciplina para os metadados do repositório.
- Base de Crenças: armazena as crenças do sistema em relação aos possíveis valores que os metadados podem possuir, baseado no tipo de OA que está sendo descrito.
- Inferências: através dessa funcionalidade o sistema infere os possíveis valores dos metadados. Essa inferência é realizada com base no OA que está sendo descrito, e nos valores que estão armazenados na base de Crenças. Após a inferência, os metadados são armazenados no repositório.
- Base de documentos XML: armazena arquivos XML, os quais são os templates de OA descritos anteriormente, e templates dos autores.
- Template de Metadados: realiza uma pesquisa na base de documentos XML, buscando a descrição de um OA similar ao que está sendo descrito, ou um template do autor que está descrevendo o OA. Depois envia os valores dos metadados para o repositório.
- Repositório de OA: armazena os metadados dos OA criados a partir do conteúdo do AdaptWeb.

Os metadados do repositório são enviados através de uma página Web para o usuário, que realiza a sua confirmação ou informa aqueles que não possuem valor ainda. Essa operação atualiza os valores dos metadados no repositório.

A arquitetura apresenta diferentes bases de dados, porém é importante ressaltar que isso é feito para identificar claramente o tipo de informação que é utilizada em cada técnica, porém na implementação, essas diferentes bases de dados podem ser implementadas em uma única base.

### 4.3 Integração com o Sistema AdaptWeb

A recuperação de metadados é um módulo adicional ao ambiente AdaptWeb, o “*Retrieval LOM*”, conforme mostra a Figura 4.6. O módulo de recuperação de metadados está integrado ao AdaptWeb através do módulo “*Authorship*”, do módulo de “*Storage in XML*” da “*Database*” do sistema e do “*Author*”.

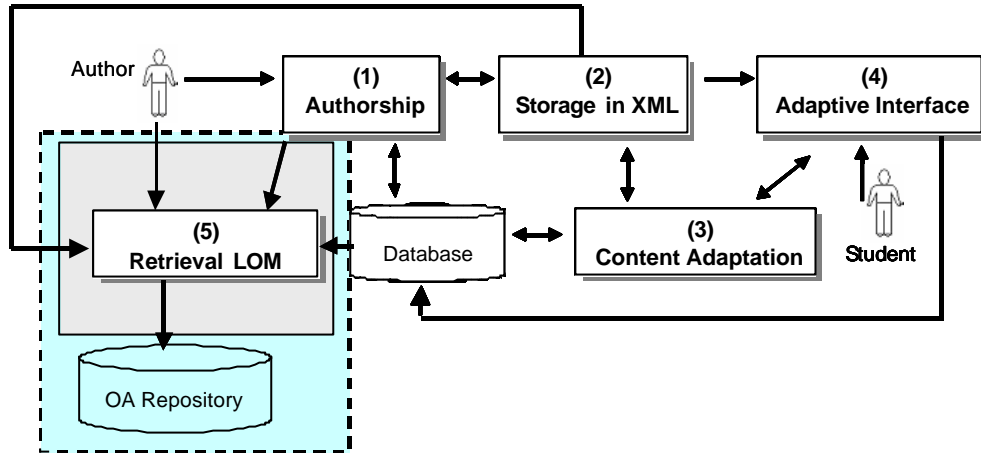


Figura 4.6: Módulo de Recuperação de Metadados integrado com o AdaptWeb

No momento em que o autor está estruturando e organizando a disciplina no ambiente AdaptWeb, o módulo de recuperação de metadados é ativado. Ele recupera metadados da fase de autoria, da base de dados do ambiente, dos documentos XML, e solicita confirmação de alguns metadados, bem como o preenchimento de outros. Terminada a recuperação dos metadados, os OA são armazenados fisicamente em um servidor Web e os metadados que descrevem esses OA são armazenados no Repositório de OA.

O servidor Web é o mesmo onde o ambiente AdaptWeb está sendo usado (<http://floresta.inf.ufrgs.br>). O Repositório de OA é uma base de dados, que foi modelada para armazenar todos os metadados do LOM, os quais descrevem os OA criados a partir do AdaptWeb. A Figura 4.7 mostra o modelo Entidade-Relacionamento (ER) da base de dados utilizada pelo módulo de recuperação de metadados. As tabelas que compõem esse modelo Entidade relacionamento são referentes às categorias de metadados do padrão LOM e os atributos das tabelas são os metadados correspondentes a cada categoria do padrão.

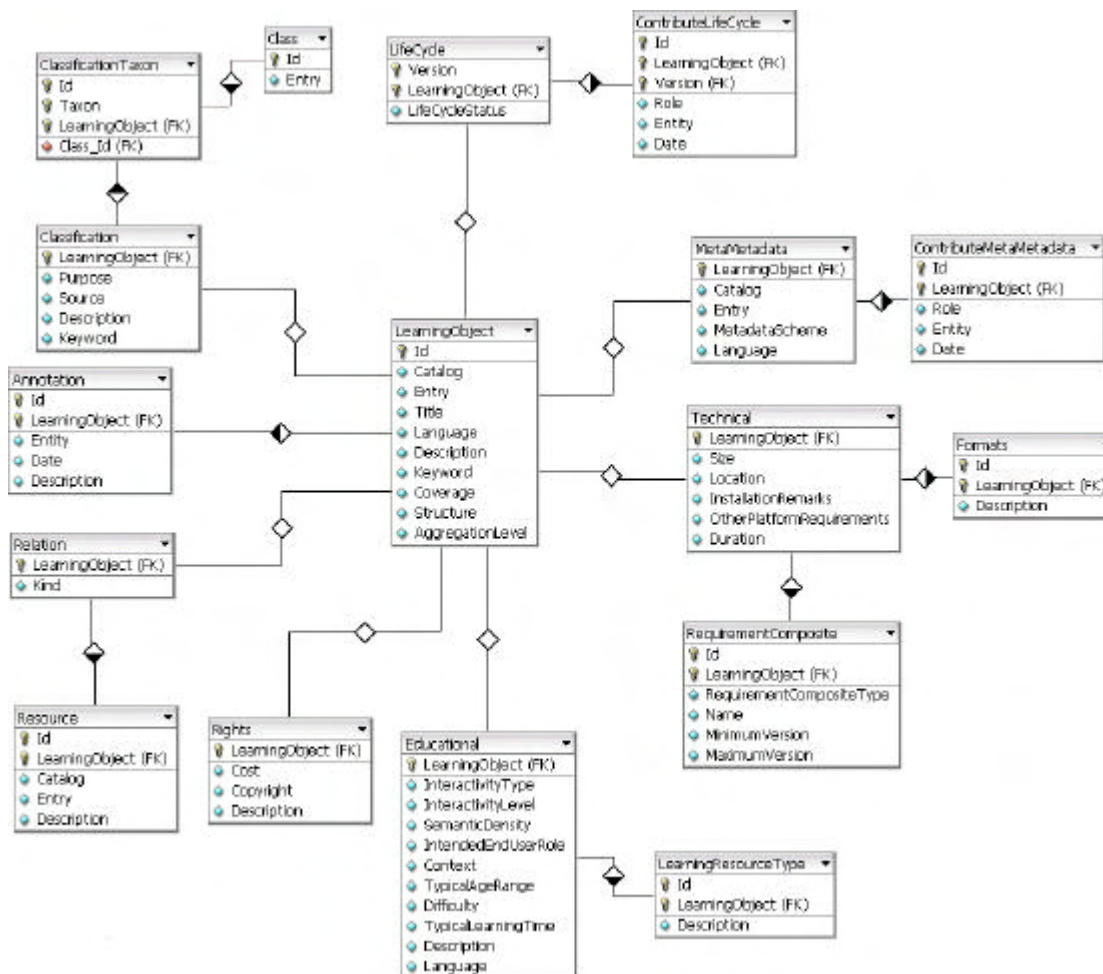


Figura 4.7: Modelo ER da Base de Dados do Repositório de OA

## 4.4 Formas de Recuperação de Metadados

Baseado nos metadados do LOM e na estrutura e funcionamento do AdaptWeb, que fornece subsídios para recuperar os metadados, foram definidas três formas de recuperação de metadados: a) automática, b) semi-automática e c) solicitação ao autor. Nas seções 4.4.1, 4.4.2 e 4.4.3 são descritas as formas de recuperação e suas respectivas técnicas.

### 4.4.1 Recuperação Automática

A forma automática de recuperação de metadados consiste na aplicação de quatro técnicas: a) Análise do arquivo do OA, b) Consulta a Base de Dados, c) Pré-definição de Metadados e d) Mapeamento de Instâncias XML para o Repositório de OA. Essa forma de recuperação é denominada automática porque ela não requer intervenção do autor, sendo responsabilidade do sistema a consistência dos metadados recuperados. A seguir são descritas as técnicas de recuperação automática.

#### 4.4.1.1 Análise do arquivo do OA

A maior fonte de informação sobre o OA é o próprio objeto, portanto foi definida a técnica de Análise do Arquivo do OA que consiste em analisar o arquivo físico correspondente ao OA. Através dessa análise valores consistentes dos seguintes

metadados são recuperados: “4.1 *Technical.Format*”, “4.2 *Technical.Size*”, and “4.7 *Technical.Duration*”.

#### 4.4.1.2 Consulta a Base de Dados

Todas as informações sobre os usuários (aluno e professor (autor)) do sistema são armazenadas na base de dados do AdaptWeb, bem como algumas informações sobre o material instrucional. E essas informações podem ser recuperadas a fim de descrever os OA através dos metadados, ou seja, as informações armazenadas na base de dados se transformarão em metadados dos OA. A Tabela 4.1 mostra os metadados e os atributos dos quais são recuperados os metadados.

Tabela 4.1: Exemplo de Metadados Recuperados da Base de Dados

Metadados LOM	Atributo da Base de Dados
1.2 <i>General.Title</i>	disciplina(topicos)
1.4 <i>General.Description</i>	disciplina(topicos)
1.5 <i>General.Keyword</i>	disciplina(topicos)
2.3.2 <i>LifeCycle.Contribute.Entity</i>	usuario(nome_usuario, email_usuario, instituição_ensino)
3.2.2 <i>MetaMetadata.Contribute.Entity</i>	usuario(nome_usuario, email_usuario, instituição_ensino)
5.2 <i>Educational.LearningResourceType</i>	disciplina(topicos)
5.8 <i>Educational.Difficulty</i>	disciplina(topicos)
7.2.2 <i>Relation.Resource.Description</i>	disciplina(topicos)
8.1 <i>Annotation.Entity</i>	usuario(nome_usuario, email_usuario, instituição_ensino)
9.3 <i>Classification.Description</i>	disciplina(topicos)
9.4 <i>Classification.Keyword</i>	disciplina(topicos)

O atributo “topicos” da tabela “disciplina” contém todas as informações sobre todo o conteúdo da disciplina. A Figura 4.8 apresenta trechos do conteúdo armazenado em “topico”, exemplificando a recuperação dos metadados.

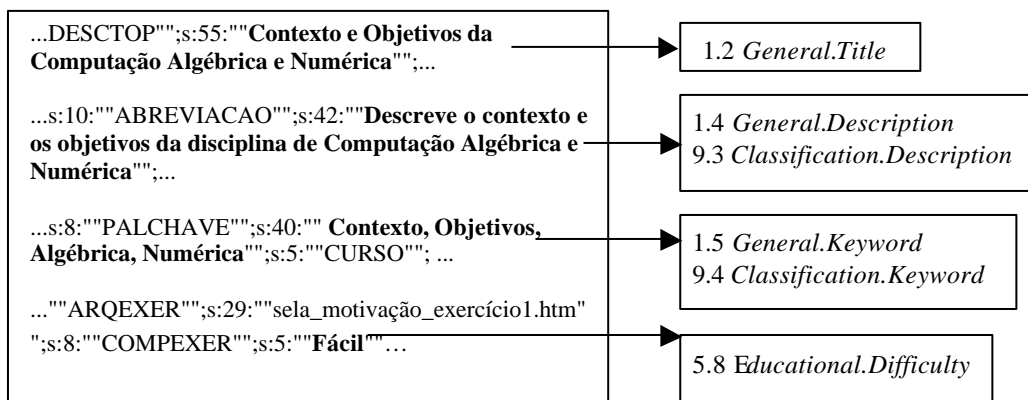


Figura 4.8: Recuperação dos metadados a partir das informações armazenadas no atributo “topico” da tabela disciplina

#### 4.4.1.3 Pré-definição de Metadados

A técnica de Pré-definição de Metadados consiste em definir quais valores um metadado pode conter. Essa definição é baseada na estrutura e funcionamento do

AdaptWeb, e no tipo de OA, ou seja, como ele é estruturado na disciplina, qual sua composição, em qual contexto ele está inserido, e quais as relações entre os OA. Essa técnica é aplicada nos seguintes metadados:

- “1.1.1 *General.Identifier.Catalog*“: o valor desse metadado é “AdaptWeb”.
- “1.1.2 *General.Identifier.Entry*“: o valor desse metadado é composto pela *string* “AW” e um número sequencial que é incrementado cada vez que um OA é armazenado no repositório. Por exemplo, para o vigésimo terceiro OA armazenado no repositório esse metadado terá o valor de “AW23”.
- “1.7 *General.Structure*“: esse metadado pode conter os seguintes valores definidos no padrão LOM: “atômico”, “coleção”, “rede”, “hierarquia”, ou “linear”. Mas os valores possíveis para os OA do AdaptWeb são:
  - “atômico”: se o OA for um tópico sem arquivos associados
  - “coleção”: se o OA for um tópico com arquivos associados, e
  - “hierarquia”: se o OA for uma disciplina.
- “1.8 *General.AggregationLevel*“: esse metadado pode conter os seguintes valores definidos no padrão LOM: “1”, “2”, “3” ou “4”. Porém, para os OA do AdaptWeb ele pode ter os valores:
  - “1” (um): se o OA for um tópico sem arquivos associados
  - “2” (dois): se o OA for um tópico com arquivos associados, e
  - “4” (quatro): se o OA for uma disciplina.
- “2.1 *LifeCycle.Version*“: a versão do OA é criada automaticamente pelo sistema, a cada nova versão do objeto armazenada no repositório o sistema cria esse metadado. O valor desse metadado inicia em “0.1” vai até “0.9”, depois “1.0” até “1.9”, e assim sucessivamente.
- “2.3.3 *LifeCycle.Contribute.Date*“: o valor desse metadado é a data em que a versão do OA foi armazenada no repositório.
- “3.1.1 *MetaMetadata.Identifier.Catalog*“: como foi adotado o padrão LOM para descrever os OA do AdaptWeb, o valor desse metadado é “LOM”.
- “3.1.2 *MetaMetadata.Identifier.Entry*“: esse metadado terá o valor “<http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html>”, que é a URL onde está descrita a especificação do padrão LOM.
- “3.2.3 *MetaMetadata.Contribute.Date*“: o valor desse metadado é a data em que a instância de metadados do OA é registrada no repositório.
- “3.3 *MetaMetadata.MetadataSchema*“: o valor desse metadado é “LOMv1.0”
- “4.3 *Technical.Location*“: esse metadado é formado pela URL do repositório (<http://floresta.inf.ufrgs.br/AWLOM/RAWLOM/>) mais o nome do arquivo correspondente ao OA. Por exemplo, “[http://floresta.inf.ufrgs.br/AWLOM/RAWLOM/Sela\\_GaussSeidel.html](http://floresta.inf.ufrgs.br/AWLOM/RAWLOM/Sela_GaussSeidel.html)”.
- “7.1 *Relation.Kind*“: os valores desse metadado são definidos a partir do tipo de OA que está sendo descrito:
  - se o OA for uma nova versão do OA que está sendo descrito o valor do metadado é “é versão de”.
  - se o OA descrito tiver pré-requisito então o valor desse metadado é “requer”
  - se o OA é pré-requisito de algum OA o metadado terá o valor “é requerido por”
  - se o OA é conceito, e tem material complementar o valor do metadado é “referencia”

- se o OA é material complementar o metadado terá o valor “é referenciado por”
- se o OA for uma disciplina o valor desse metadado é “tem parte”
- se o OA for um recurso (conceito, exemplo, exercício), o valor do metadado é “é parte de”.
- “7.2.1.1 *Relation.Resource.Identifier.Catalog*”: o valor desse metadado é “AdaptWeb”.
- “7.2.1.2 *Relation.Resource.Identifier.Entry*”: esse metadado terá o valor do identificador do OA que tem relação com o OA que está sendo descrito.
- “8.2 *Annotation.Date*”: esse metadado terá como valor a data em que a anotação foi criada.
- “9.1 *Classification.Purpose*”: dentre os valores possíveis para esse metadado, é definido que seu valor é “competência”.
- “9.2.1 *Classification.TaxonPath.Source*”: o valor desse metadado é “AdaptWeb”, ou seja o nome do sistema de classificação em que os OA estão inseridos. A classificação é criada a partir da estrutura mostrada na Figura 4.9, que é formada de acordo com a inclusão dos recursos na disciplina e sua associação aos cursos.

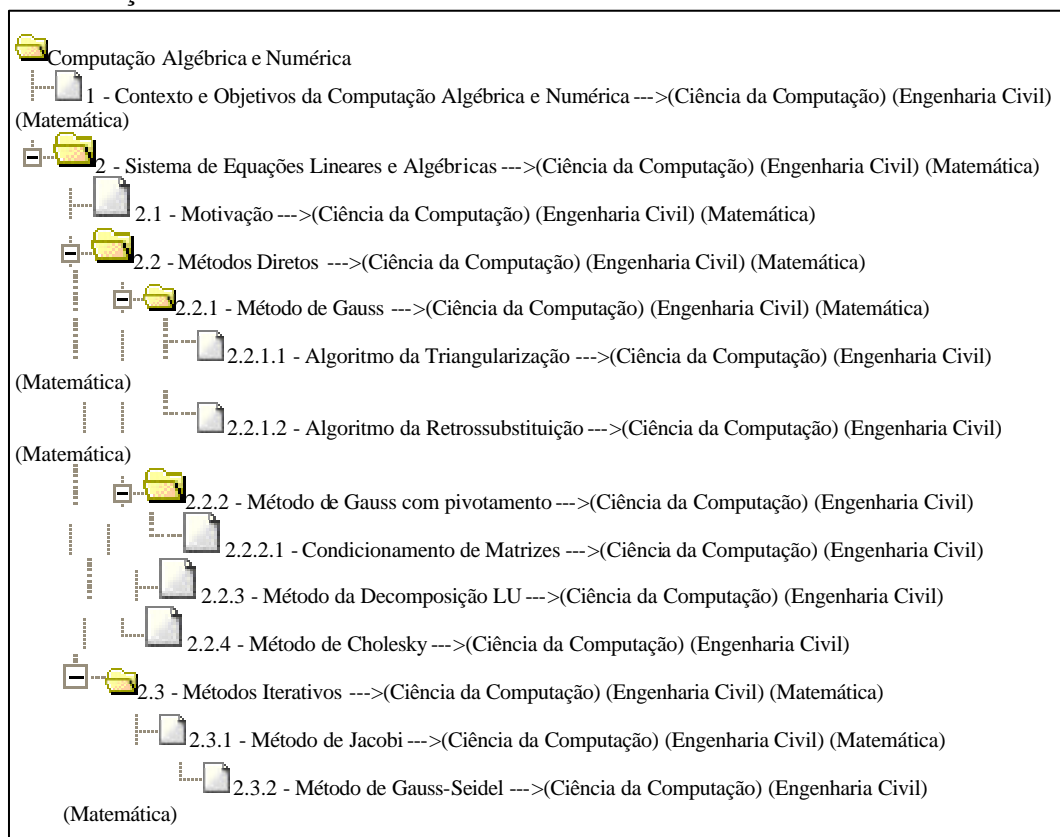


Figura 4.9: Estrutura da disciplina “Computação Algébrica e Numérica”

- “9.2.2.1 *Classification.TaxonPath.Taxon.Id*”: é criado um número sequencial no sistema de classificação para cada curso, disciplina e OA inserido no repositório.
- “9.2.2.2 *Classification.TaxonPath.Taxon.Entry*”: o valor desse metadado é o nome do OA, ou seja, o mesmo valor que o metadado “1.2 *General.Title*”.



A Figura 4.10 exemplifica valores para os metadados 9.2.2.1 e 9.2.2.2, criados pelo sistema de Classificação AdaptWeb para o Objeto de Aprendizagem “Contexto e Objetivos da Computação Algébrica e Numérica”, o tópico 1 da estrutura da disciplina. Esse OA possui três taxonomias (1º *Taxon Path*, 2º *Taxon Path* e 3º *Taxon Path*), apresentadas na Figura 4.10. Isso ocorre porque o OA pertence a três cursos distintos.

<b>1º <i>Taxon Path</i></b>
{["1",("Ciência da Computação")], ["4",("Computação Algébrica e Numérica")], ["5",("Contexto e Objetivos da Computação Algébrica e Numérica")]}
<b>2º <i>Taxon Path</i></b>
{["2",("Engenharia Civil")], ["4",("Computação Algébrica e Numérica")], ["5",("Contexto e Objetivos da Computação Algébrica e Numérica")]}
<b>3º <i>Taxon Path</i></b>
{["3",("Matemática")], ["4",("Computação Algébrica e Numérica")], ["5",("Contexto e Objetivos da Computação Algébrica e Numérica")]}

Figura 4.10: Taxonomias do OA “Contexto e Objetivos da Computação Algébrica e Numérica”

A Figura 4.11 mostra o *Taxon Path* do OA “Sela Gausseidel Programas Matcomp” que é o material complementar do tópico “2.3.2 Método de Gauss-Seidel”. Esse OA possui apenas um *Taxon Path* porque ele está disponível para um curso somente, no caso “Ciência da Computação”.

{["1",("Ciência da Computação")], ["4",("Computação Algébrica e Numérica")], ["6",(" Sistema de Equações Lineares e Algébricas")], ["12",("Métodos Iterativos")], ["13",("Método de Gauss-Seidel")], ["14",("Sela Gausseidel Programas Matcomp")]}
---

Figura 4.11: Taxonomia do OA “Sela Gausseidel Programas Matcomp”

#### 4.4.1.4 Mapeamento de Instâncias XML para o Repositório de OA

Atualmente, o AdaptWeb está em uso nos servidores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, da Universidade Estadual de Londrina - UEL, da Universidade de La Republica no Uruguai e da Universidade de Santa Fé na Argentina. Em função disso, é importante realizar a importação de disciplinas entre os servidores que possuem o AdaptWeb em funcionamento. Isso permite que o autor não tenha que estruturar e organizar a disciplina novamente a cada servidor usado. A funcionalidade de importação de disciplinas entre servidores AdaptWeb não faz parte deste trabalho.

Após a importação da disciplina, quando todos os recursos da mesma estão organizados e estruturados no AdaptWeb, é necessário transformar esses recursos em OA e recuperar seus metadados. Para recuperar metadados dos OA que são criados a partir das disciplinas importadas, é necessário definir uma técnica que recupere informações contidas nos arquivos XML que armazenam o conteúdo da disciplina.

A técnica definida para a recuperação de metadados para esses objetos de aprendizagem é denominada “Mapeamento de Instâncias XML para o Repositório de OA”. Essa técnica analisa os documentos XML recupera os valores das *tags* e

armazena-os na base de dados do repositório. A Figura 4.12 exemplifica a recuperação de metadados através do Mapeamento de Instâncias XML para o Repositório de OA.

XML AdaptWeb	Metadado
<topico numtop="1" desctop="Contexto e Objetivos da Computação Algébrica e Numérica">	1.2 <i>General.Title</i>
arqxml="Context.html" keyword="Objectives, Computing, Algebraic, Numeric"> </topic>	1.5 <i>General.Keyword</i>
<exercico idexerc="3" descexerc=" Exemplo Introdutório 3" arqexerc="Ex3Medio.html" compexerc="Medio">	5.8 <i>Educational.Difficulty</i>
<topico numtop="2.3.2" desctop="Método de Gauss-Seidel" abreviacao="Metod. GS" arquivoxml="Sela_GaussSeidel.html" palchave="Gauss-Seidel"> <prereq identprereq="2.2"/> <prereq identprereq="2.3"/>	7.1 <i>Relation.Kind</i>

Figura 4.12: Exemplo de Mapeamento de Instâncias XML para o Repositório de OA

A técnica de Mapeamento de Instâncias XML para o Repositório de OA recupera alguns metadados que estão nos documentos XML, e os metadados que não se encontram nos documentos XML são recuperados através das outras técnicas definidas neste trabalho.

#### 4.4.2 Recuperação Semi-automática

A forma de Recuperação Semi-Automática consiste na aplicação de duas técnicas, (i) Inferência e (ii) Template de Metadados, as quais são descritas a seguir. Essas técnicas são ditas semi-automáticas porque não garantem a consistência dos valores dos metadados, sendo necessária a confirmação do autor após a recuperação dos metadados pelo sistema.

##### 4.4.2.1 Inferência

A técnica de inferência é aplicada através de crenças do sistema sobre o metadado do OA. Baseado nas informações sobre o contexto onde o OA está inserido, o sistema pode inferir valores de metadados. Esse valor necessita ser confirmado pelo autor, ou pode ser alterado pelo mesmo, caso o valor que o sistema inferiu não seja considerado adequado. As inferências que o sistema realiza para cada metadado são descritas a seguir.

- “1.3 *General.Language*”: o sistema infere um valor para esse metadado baseado no idioma que o usuário está utilizando o AdaptWeb. Assim, se o usuário está utilizando o AdaptWeb no idioma Português, o valor desse metadado será Português.
- “2.2 *LifeCycle.Status*”: esse metadado possui em seu vocabulário os seguintes valores: “rascunho”, “final”, “revisado”, “indisponível”. O sistema infere que o valor desse metadado para o OA que está sendo armazenado no repositório é “final”.

- “2.3.1 *LifeCycle.Contribute.Role*”: para esse metadado o valor inferido é “autor”.
- “3.2.1 *MetaMetadata.Contribute.Role*”: o valor que o sistema infere para esse metadado é “criador”.
- “3.4 *MetaMetadata.Language*”: a inferência do valor desse metadado é baseada no idioma que o usuário está utilizando o AdaptWeb. Então esse metadado terá o mesmo valor do idioma que o usuário está utilizando no AdaptWeb.
- 4.4.1.1 *Technical.Requirement.OrComponents.Type*”: como os OA são disponibilizados na Web, o sistema acredita que eles necessitam de um navegador para serem visualizados, então o valor que o sistema infere para esse metadado é “*browser*”.
- “4.4.1.2 *Technical.Requirement.OrComponents.Name*”: o sistema infere que o OA funciona em todos os tipos de browser, por isso o valor desse metadado é “qualquer um”.
- “5.1 *Educational.InteractivityType*”: o sistema infere que o valor desse metadado é “ativo” se o OA é um exercício, e “expositivo” se o OA for um conceito.
- “5.3 *Educational.InteractivityLevel*”: o sistema baseado no valor do metadado “5.1 *Educational.InteractivityType*”, infere os valores para o “5.3 *Educational.InteractivityLevel*”, como mostra a Figura 4.13.

5.1 <i>Educational.InteractivityType</i>	5.3 <i>Educational.InteractivityLevel</i>
“expositivo”	“muito baixo”
“ativo”	“muito alto”
“misto”	“médio”

Figura 4.13: Inferência do metadado “5.3 *Educational.InteractivityLevel*” baseado no valor do metadado “5.1 *Educational.InteractivityType*”

- “5.5 *Educational.IntendedEndUserRole*”: levando em consideração que o AdaptWeb é um ambiente de ensino, o usuário final é um aluno, então o valor para esse metadado é “aluno”.
- “5.9 *Educational.TypicalLearningTime*”: se o OA possui valor no metadado “4.7 *Technical.Duration*”, o sistema infere que o valor do metadado “5.9 *Educational.TypicalLearningTime*” é o mesmo valor do “4.7 *Technical.Duration*”.
- “5.10 *Educational.Description*”: o sistema infere que a descrição educacional do OA pode ser a mesma descrição da categoria “1. *General*”, então o valor desse metadado é o mesmo valor do metadado “1.4 *General.Description*”.
- “5.11 *Educational.Language*”: a inferência do valor desse metadado funciona da mesma maneira que os metadados: “1.3 *General.Language*” e “3.4 *MetaMetadata.Language*”, ou seja, o valor desse metadado é o idioma que o usuário escolhe para utilizar o AdaptWeb.
- “6.1 *Rights.Cost*”: o valor desse metadado é “não”, partindo do pressuposto que os OA do repositório AdaptWeb são todos livres, de acesso público.

#### 4.4.2.2 Template de Metadados

O Template de Metadados é usado para iniciar a descrição de um OA novo. Foram definidos dois tipos de Template de Metadados, um template de metadados de um OA similar ao que está sendo descrito e um template de metadados do autor.

O Template de Metadados de um OA similar é criado a partir de uma pesquisa na base de dados de documentos XML. O sistema busca na base de dados por OA que são similares ao que está sendo descrito. Assim, recupera os valores dos metadados e sugere os valores para descrever o novo OA. Um OA é considerado similar a outro, quando os dois possuem as mesmas características, ou seja, foram criados pelo mesmo autor, pertencem a mesma disciplina, ao mesmo curso, são do mesmo tipo de recurso didático, possuem o mesmo formato, etc.

O Template de Metadados do autor é um documento XML criado a partir dos OA que o autor catalogou no repositório. Portanto cada autor terá um template de metadados, que servirá de base para descrever seus novos OA. O template é criado quando o autor armazena o primeiro OA no repositório, e de acordo com os próximos OA catalogados no repositório, esse template é atualizado. Os metadados dos OA descritos pelo mesmo autor não variam muito, ou seja, geralmente os valores são repetidos. A vantagem desse template é que o autor não precisa informar novamente metadados que ele utiliza com frequência nos seus OA. Se um valor de metadado é diferente para o novo OA, o autor tem a opção de alterar.

#### 4.4.3 Solicitação ao Usuário

A terceira forma de recuperar metadados é através da solicitação ao usuário. Quando não é possível recuperar automaticamente ou semi-automaticamente um metadado, o sistema solicita que o usuário o informe. A Tabela 4.2 mostra a relação dos metadados que são solicitados ao usuário. Nenhum dos metadados é obrigatório, o usuário informa se considerar relevante. Os metadados marcados com “\*” podem ser recuperados através de outras técnicas, dependendo do tipo de OA, portanto, somente se não for possível recuperá-los através de outras técnicas é que eles são solicitados ao usuário.

Tabela 4.2: Metadados Solicitados ao Usuário

<b>Metadados LOM</b>
<i>1.6 General.Coverage</i>
<i>4.4.1.3 Technical.Requirement.OrComposite.MinimumVersion</i>
<i>4.4.1.4 Technical.Requirement.OrComposite.MaximunVersion</i>
<i>4.5 Technical.InstallationRemarks</i>
<i>4.6 Technical.OtherPlatformRequirements</i>
<i>4.7 Technical.Duration*</i>
<i>5.1 Educational.InteractivityType*</i>
<i>5.2 Educational.LearningResourceType*</i>
<i>5.3 Educational.InteractivityLevel*</i>
<i>5.4 Educational.SemanticDensity</i>
<i>5.6 Educational.Context</i>
<i>5.7 Educational.TypicalAgeRange</i>
<i>5.8 Educational.Difficulty*</i>
<i>5.9 Educational.TypicalLearningTime*</i>
<i>6.2 Rights.CopyrightandOthersRestrictions</i>
<i>6.3 Rights.Description</i>
<i>8.3 Annotation.Description</i>

## 4.5 Relação das Técnicas de Recuperação com os Metadados de Objetos de Aprendizagem

Pode-se notar que a aplicação das técnicas de recuperação depende do tipo de metadado a ser recuperado e qual é o tipo de OA em questão. Portanto, o sistema analisa qual o OA que está sendo catalogado, e qual é o metadado a ser recuperado e aplica a técnica adequada. A Tabela 4.3 apresenta os metadados e as possíveis técnicas a serem aplicadas para recuperá-los.

Tabela 4.3: Metadados com as possíveis técnicas de recuperação a serem aplicadas

Metadado LOM	Técnica de Recuperação
1 General	
1.1 Identifier	-
1.1.1 Catalog	Pré-definição de Metadados
1.1.2 Entry	Pré-definição de Metadados
1.2 Title	Consulta a Base de Dados
1.3 Language	Mapeamento de Instâncias XML para o Repositório de OA
1.4 Description	Inferência
1.5 Keyword	Consulta a Base de Dados
1.6 Coverage	Mapeamento de Instâncias XML para o Repositório de OA
1.7 Structure	Consulta a Base de Dados
1.8 Aggregation Level	Mapeamento de Instâncias XML para o Repositório de OA
2 Life Cycle	
2.1 Version	Solicitação ao Autor
2.2 Status	Pré-definição de Metadados
2.3 Contribute	Pré-definição de Metadados
2.3.1 Role	-
2.3.2 Entity	Inferência
2.3.3 Date	Consulta a Base de Dados
3 Meta-Metadata	Pré-definição de Metadados
3.1 Identifier	-
3.1.1 Catalog	Pré-definição de Metadados
3.1.2 Entry	Pré-definição de Metadados
3.2 Contribute	-
3.2.1 Role	Inferência
3.2.2 Entity	Consulta a Base de Dados
3.2.3 Date	Pré-definição de Metadados
3.3 Metadata Schema	Pré-definição de Metadados
3.4 Language	Inferência
4 Technical	
4.1 Format	Análise do Arquivo do OA
4.2 Size	Análise do Arquivo do OA
4.3 Location	Pré-definição de Metadados
4.4 Requirement	-
4.4.1 OrComposite	-
4.4.1.1 Type	Inferência
4.4.1.2 Name	Inferência
4.4.1.3 Minimum Version	Solicitação ao Autor
4.4.1.4 Maximum Version	Solicitação ao Autor
4.5 Installation Remarks	Solicitação ao Autor
4.6 Other Platform Requirements	Solicitação ao Autor
4.7 Duration	Análise do Arquivo do OA
	Solicitação ao Autor

Tabela 4.3: Metadados com as possíveis técnicas de recuperação a serem aplicadas (continuação)

5 Educational	
5.1 Educational.InteractivityType	Inferência
	Solicitação ao Autor
5.2 Educational.LearningResourceType	Consulta a Base de Dados
	Mapeamento de Instâncias XML para o Repositório de OA
	Solicitação ao autor
5.3 Educational.InteractivityLevel	Inferência
	Solicitação ao Autor
5.4 Semantic Density	Solicitação ao Autor
5.5 Intended End User Role	Inferência
5.6 Context	Solicitação ao Autor
5.7 Typical Age Range	Solicitação ao Autor
5.8 Educational.Difficulty	Consulta BD
	Mapeamento de Instâncias XML para o Repositório de OA
	Solicitação ao autor
5.9 Educational.TypicalLearningTime	Inferência
	Solicitação ao autor
5.10 Description	Inferência
5.11 Language	Inferência
6 Rights	
6.1 Cost	Inferência
6.2 Copyright and Other Restrictions	Solicitação ao Autor
6.3 Description	Solicitação ao Autor
7. Relation	
7.1 Kind	Pré-definição de Metadados
	Mapeamento de Instâncias XML para o Repositório de OA
7.2 Resource	-
7.2.1 Identifier	-
7.2.1.1 Catalog	Pré-definição de Metadados
7.2.1.2 Entry	Pré-definição de Metadados
7.2.2 Description	Consulta a Base de Dados
	Mapeamento de Instâncias XML para o Repositório de OA
8. Annotation	
8.1 Entity	Consulta a Base de Dados
8.2 Date	Pré-definição de Metadados
8.3 Description	Solicitação ao Autor
9 Classification	
9.1 Purpose	Pré-definição de Metadados
9.2 Taxon Path	-
9.2.1 Source	Pré-definição de Metadados
9.2.2 Taxon	-
9.2.2.1 Id	Pré-definição de Metadados
9.2.2.2 Entry	Pré-definição de Metadados
9.3 Description	Consulta a Base de Dados
	Mapeamento de Instâncias XML para o Repositório de OA
9.4 Keyword	Consulta a Base de Dados
	Mapeamento de Instâncias XML para o Repositório de OA

Dessa forma é possível recuperar uma quantidade considerável de metadados. Na Tabela 4.4 é demonstrado quantos metadados podem ser recuperados através de cada técnica. As técnicas automáticas podem recuperar até 42 metadados, e através das

técnicas semi-automáticas é possível recuperar até 58 metadados, e para o autor podem ser solicitados até 17 metadados.

Tabela 4.4: Quantidade de metadados que podem ser recuperados por cada técnica

Forma	Técnica	Quantidade de Metadados
Automática	Análise do arquivo do OA	3
	Consulta a Base de Dados	11
	Pré-definição de Metadados	19
	Mapeamento de Instâncias XML para o Repositório de OA	9
Semi-automática	Inferência	14
	Template de Metadados	58
	Solicitado ao Autor	17

## 4.6 Implementação do Protótipo

Com o objetivo de validar a recuperação de metadados foi desenvolvido um protótipo. O ambiente AdaptWeb foi desenvolvido em PHP (SOARES, 2000), com algumas funções JavaScript (FLANAGAN, 2004), e o banco de dados utilizado para armazenar os dados administrativos e as informações do modelo do usuário foi o MySQL (BUYENS, 2002). Como a recuperação de metadados é um módulo integrado ao AdaptWeb, este também foi desenvolvido em PHP, e o banco de dados utilizado para armazenar os metadados dos Objetos de Aprendizagem é o MySQL.

### 4.6.1 Interface

A recuperação dos metadados ocorre durante a interação do autor no módulo de autoria, enquanto ele estrutura e organiza a disciplina no AdaptWeb. Após a inclusão de cada conceito, exemplo, exercício e material complementar, e no momento em que o autor gera o conteúdo da disciplina, o módulo de recuperação de metadados é ativado.

O módulo recupera os metadados através da execução das técnicas, e mostra os valores recuperados para o autor através de um formulário, que é ilustrado na Figura 4.14. Nesse formulário constam os metadados que foram recuperados de forma automática, os que foram recuperados semi-automaticamente, ou seja, que necessitam da confirmação do autor e também os metadados que não foram recuperados, os quais podem ser informados pelo autor.

The image shows a web form titled 'General' with a blue header. The form contains several input fields and dropdown menus. The fields are: 'Catalog' (text input), 'Entry:' (text input), 'Title:' (text input), 'Language:' (dropdown menu with 'None' selected), 'Description:' (text input), 'Keyword:' (text input), 'Coverage:' (text input), 'Structure:' (dropdown menu with 'Atomic' selected), and 'AggregationLevel:' (dropdown menu with '1' selected). At the bottom right, there is a button labeled 'Save Information'.

Figura 4.14: Formulário dos metadados dos Objetos de Aprendizagem

Os nomes dos metadados no formulário são *links*, que remetem o autor para o tópico de ajuda. Caso o autor tenha dúvida de que tipo de valor ele pode informar nos metadados que não foram recuperados automaticamente. O tópico de ajuda auxilia o autor, uma vez que ele informa a descrição do metadado e exemplifica que valores o metadado pode conter. A Figura 4.15 mostra a ajuda que o autor recebe ao clicar no nome do metadado 5.7 *TypicalAgeRange*.

Após a confirmação dos metadados e do preenchimento dos metadados que não foram recuperados, o sistema armazena os metadados na base de dados, e retorna para o módulo de autoria, para o autor continuar estruturando a disciplina. A recuperação de metadados repete tantas vezes quantas for a quantidade de conteúdo inserido e disciplinas criadas pelo autor.

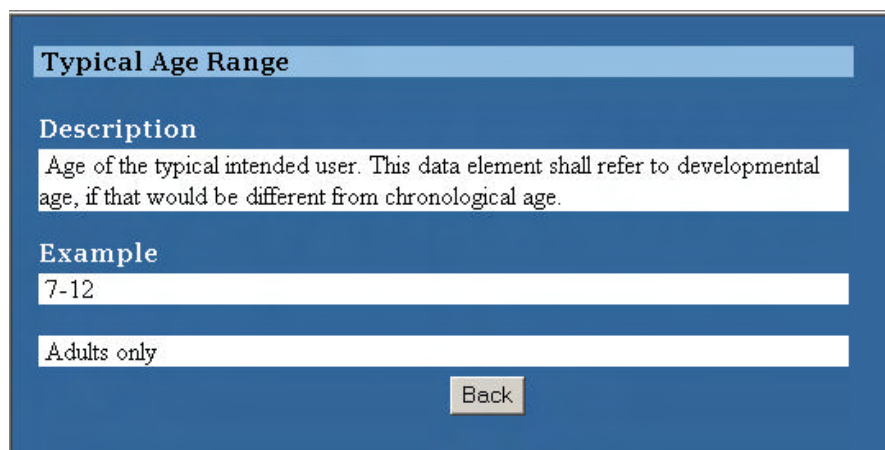


Figura 4.15: Ajuda para o Metadado 5.7 *TypicalAgeRange*

#### 4.6.2 Implementação da Recuperação de Metadados

A recuperação de metadados se dá através das técnicas, como descrito na seção 4.4. Essas técnicas possuem operações que são executadas para recuperar os metadados, as quais são descritas a seguir:

##### 4.6.2.1 Análise do arquivo do OA

A análise do arquivo do OA é realizada através da biblioteca “getID3()” (GETID3, 2004), implementada em PHP. A biblioteca pesquisa o cabeçalho do arquivo que está sendo analisado e retorna as informações requisitadas sobre ele. Essa biblioteca analisa vários tipos de arquivos, entre outros podemos citar: .html, .zip, .mp3, .bmp.

##### 4.6.2.2 Acesso a Base de Dados do AdaptWeb

A Figura 4.16 mostra um trecho do código da implementação da conexão a base de dados do AdaptWeb.



```

$A_DB_TYPE = "mysql";
    $A_DB_HOST = "localhost";
    $A_DB_USER = "root";
    $A_DB_PASS = "";
    $A_DB_DB = "adaptweb";
$usuario=$A_DB_USER;
$senha=$A_DB_PASS;
If (!($id=mysql_connect($A_DB_HOST,$usuario,$senha))) {
    echo "<p align=\"center\">".A_LANG_CONNECTION."</p>";
exit;}
If (!($con=mysql_select_db($nomebd,$id))) {
echo "<p
align=\"center\">".A_LANG_REQUEST_ACCESS_MSG1.$nomebd."</p>";
CONTACT."</p>";
exit;}

```

Figura 4.16: Código PHP de acesso a Base de Dados

#### 4.6.2.3 Consulta a Base de Dados do AdaptWeb

O trecho de código PHP que implementa a consulta a base de dados para recuperar metadados é apresentado na Figura 4.17.

```

//retorna todos os dados do usuario com email $cEmail_Usuario
$conn = &ADONewConnection($A_DB_TYPE);
$conn->PConnect($A_DB_HOST,$A_DB_USER,$A_DB_PASS,$A_DB_DB);
$sql = "SELECT * FROM usuario where email_usuario = '".$cEmail_Usuario.'";
$rs = $conn->Execute($sql);

```

Figura 4.17: Código PHP que consulta a base de dados

#### 4.6.2.4 Consulta dos metadados pré-definidos

O módulo de recuperação de metadados verifica que tipo de metadado está sendo recuperado, que tipo de OA está sendo catalogado e pesquisa na base de dados de metadados pré-definidos qual o valor do metadado.

#### 4.6.2.5 Inferência da recuperação de metadados

De acordo com o metadado que está sendo recuperado e com o tipo de OA que está sendo catalogado, o sistema consulta a base de dados de inferências e recupera o valor do metadado.

#### 4.6.2.6 Armazenamento dos Metadados na Base de Dados do Repositório

Após a realização da recuperação dos metadados, o sistema armazena todos os valores dos metadados na base de dados do repositório. A Figura 4.18 apresenta o código da conexão a base de dados do repositório de OA, e a Figura 4.19 mostra o trecho de código que armazena os valores dos metadados da categoria 3. *Meta-Metadata*.

```

define("_DBHOST","localhost");
define("_LANGUAGE","english");
define("_DB","awlom");
define("_DBUSER","");
define("_DBPASS","");
function dbConnect()
{
    $link = mysql_connect(_DBHOST,_DBUSER,_DBPASS);
    mysql_select_db(_DB,$link);
    return $link;
}

```

Figura 4.18: Código PHP de acesso a Base de Dados do Repositório

```

function
insertMetaMetaData($lo,$catalog,$entry,$metadata_schema,$language)
{
    $link = dbConnect();
    $stmt = "INSERT INTO MetaMetadata
(LearningObject,Catalog,Entry,MetadataSchema,Language) VALUES
('$lo','$catalog','$entry','$metadata_schema','$language')";
    $query = mysql_query($stmt) or die(mysql_error());
    dbClose($link);
}

```

Figura 4.19: Código PHP que armazena os metadados da categoria 3. *Meta-Metadada* na base de dados do repositório

#### 4.6.3 Exemplo do Resultado da Recuperação de Metadados

A Tabela 4.4 mostra o resultado da recuperação de metadados do OA que foi criado a partir do conceito Método de Gauss Seidel, cujo arquivo correspondente é “Sela\_GaussSeidel.html”. Este conceito foi estruturado na disciplina Computação Algébrica e Numérica, e foi disponibilizado para os cursos de Ciência da Computação, Engenharia Civil e Matemática.

Nesse exemplo, o OA está descrito com 47 metadados, sendo que 31 foram recuperados automaticamente, 11 foram recuperados semi-automaticamente e 5 foram informados pelo autor. O total de metadados solicitados ao autor foram 16, 5 foram informados e 11 não foram informados. Os que não foram informados possuem o caracter “\*” no lugar do valor.

Tabela 4.5: Metadados do OA Método de Gauss Seidel

Metadado LOM	Valor do Metadado
1 General	
1.1 Identifier	-
1.1.1 Catalog	AdaptWeb
1.1.2 Entry	AW31
1.2 Title	Método de Gauss Seidel
1.3 Language	Português

Tabela 4.5: Metadados do OA Método de Gauss Seidel (continuação)

1.4 Description	Visão Geral do Método Gauss Seidel
1.5 Keyword	Gauss Seidel
1.6 Coverage	*
1.7 Structure	Atômica
1.8 Aggregation Level	1
<b>2 Life Cycle</b>	
2.1 Version	0.1
2.2 Status	final
2.3 Contribute	-
2.3.1 Role	Publicador
2.3.2 Entity	Ufrgs
2.3.3 Date	20/03/2005
<b>3 Meta-Metadata</b>	
3.1 Identifier	-
3.1.1 Catalog	LOM
3.1.2 Entry	<a href="http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html">http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html</a>
3.2 Contribute	-
3.2.1 Role	Publicador
3.2.2 Entity	Ufrgs
3.2.3 Date	20/03/2005
3.3 Metadata Schema	LOMv1.0
3.4 Language	Português
<b>4 Technical</b>	
4.1 Format	text/html
4.2 Size	60124
4.3 Location	<a href="http://floresta.inf.ufrgs.br/AWLLOM/RAWLOM/Sela_GaussSeidel.html">http://floresta.inf.ufrgs.br/AWLLOM/RAWLOM/Sela_GaussSeidel.html</a>
4.4 Requirement	-
4.4.1 OrComposite	-
4.4.1.1 Type	Browser
4.4.1.2 Name	Qualquer um
4.4.1.3 Minimum Version	*
4.4.1.4 Maximum Version	*
4.5 Installation Remarks	*
4.6 Other Platform Requirements	*
4.7 Duration	*
<b>5 Educational</b>	
5.1 Educational.InteractivityType	Expositivo
5.2 Educational.LearningResourceType	Texto
5.3 Educational.InteractivityLevel	Baixo
5.4 Semantic Density	*
5.5 Intended End User Role	Aluno
5.6 Context	University
5.7 Typical Age Range	Acima de 18 anos
5.8 Educational.Difficulty	Fácil
5.9 Educational.TypicalLearningTime	*
5.10 Description	Visão Geral do Método Gauss Seidel
5.11 Language	Português
<b>6 Rights</b>	
6.1 Cost	No
6.2 Copyright and Other Restrictions	Sim
6.3 Description	Permitido o uso para objetivos educacionais. Não pode ser comercializado.
<b>7. Relation</b>	
7.1 Kind	requer
7.2 Resource	-
7.2.1 Identifier	-
7.2.1.1 Catalog	AdaptWeb

Tabela 4.5: Metadados do OA Método de Gauss Seidel (continuação)

7.2.1.2 Entry	AW25
7.2.2 Description	Descrição dos Métodos Iterativos
7.1 Kind	é parte de
7.2 Resource	-
7.2.1 Identifier	-
7.2.1.1 Catalog	AdaptWeb
7.2.1.2 Entry	AW2
7.2.2 Description	Disciplina de Computação Algébrica e Numérica
8. Annotation	
8.1 Entity	*
8.2 Date	*
8.3 Description	*
9 Classification	
9.1 Purpose	Competência
9.2 Taxon Path	-
9.2.1 Source	AdaptWeb
9.2.2 Taxon	-
9.2.2.1 Id	{["1",("Ciência da Computação")], ["4",("Computação Algébrica e Numérica")], ["6",(" Sistema de Equações Lineares e Algébricas")], ["12",("Métodos Iterativos")], ["13",("Método de Gauss-Seidel")]}
9.2.2.2 Entry	{["2",("Engenharia Civil")], ["4",("Computação Algébrica e Numérica")], ["6",(" Sistema de Equações Lineares e Algébricas")], ["12",("Métodos Iterativos")], ["13",("Método de Gauss-Seidel")]}
9.3 Description	{["3",("Matemática")], ["4",("Computação Algébrica e Numérica")], ["6",(" Sistema de Equações Lineares e Algébricas")], ["12",("Métodos Iterativos")], ["13",("Método de Gauss-Seidel")],
9.4 Keyword	Visão Geral do Método Gauss Seidel Gauss Seidel

## 4.7 Comparativo entre os Trabalhos de Recuperação de Metadados

A recuperação de metadados tem como objetivo descrever e catalogar adequadamente os OA em repositórios. Para a recuperação ser eficiente é necessário aplicar técnicas adequadas, definir as fontes de dados e os metadados a serem recuperados. Essas características são consideradas na comparação feita entre os trabalhos que realizam recuperação de metadados. A Tabela 4.5 apresenta a comparação realizada entre o trabalho desenvolvido nessa dissertação e os trabalhos relacionados: AMG e Indexação Semi-automática, os quais foram descritos na Seção 3.

A Recuperação de Metadados proposta neste trabalho define seis técnicas de recuperação, enquanto o AMG define três e Bourda define duas técnicas. As técnicas definidas neste trabalho utilizam quatro fontes de dados para recuperar os metadados, as técnicas do AMG utilizam quatro fontes de dados, e Bourda utiliza duas fontes de dados.

Os metadados utilizados para descrever os OA no AdaptWeb são os 68 metadados do padrão LOM. O AMG utiliza um perfil de aplicação de metadados composto por 47 metadados, que podem ser mapeados para o padrão LOM, resultando em 39 metadados do padrão LOM, ou seja, pode-se dizer que o AMG utiliza 39 metadados do padrão

LOM para descrever seus OA. Bourda utiliza os metadados do padrão LOM, mas não informa quantos metadados são utilizados.

Para validar a recuperação de metadados foram implementadas quatro técnicas no AdaptWeb, as quais utilizam três fontes de dados. No Framework AMG foram implementadas duas técnicas que recuperaram metadados de duas fontes de dados.

Em relação aos resultados obtidos, no AdaptWeb foram recuperados cerca de 45 metadados para cada OA, sendo que 34 são recuperados automaticamente e 11 semi-automaticamente. No AMG foram recuperados 17 metadados, sendo que apenas 11 metadados tem correspondente no padrão LOM.

Tabela 4.6: Comparação da Recuperação de Metadados

Características	Recuperação no AdaptWeb	AMG framework	Indexação Semi-automática (BOURDA, 2002)
Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análise do arquivo do OA</li> <li>- Consulta a Base de Dados</li> <li>- Pré-definição de Metadados</li> <li>- Mapeamento de Instâncias XML para o Repositório de OA</li> <li>- Inferência</li> <li>- Template de Metadados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indexação baseada no Perfil do autor, dos cursos e dos documentos</li> <li>- Análise das Propriedades dos Documentos</li> <li>- Busca por similaridade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indexação Baseada no perfil do Usuário</li> <li>- Indexação Baseada na Relação entre os documentos</li> </ul>
Fontes de Dados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arquivo físico do OA</li> <li>- Base de Dados do AdaptWeb</li> <li>- Arquivos XML</li> <li>- Contexto onde está inserido o OA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conteúdo do documento</li> <li>- Contexto do Documento</li> <li>- Uso do Documento</li> <li>- Estrutura da Composição do Documento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Base de dados</li> <li>- Contexto do Documento</li> </ul>
Metadados utilizados para descrever os OA	Metadados do padrão LOM (68 metadados)	43 metadados, sendo que 39 do padrão LOM	Metadados do padrão LOM
Técnicas e fontes de dados implementadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análise do arquivo do OA</li> <li>- Consulta a Base de Dados</li> <li>- Pré-definição de Metadados</li> <li>- Inferência</li> <li>- Arquivo físico do OA</li> <li>- Base de Dados do AdaptWeb</li> <li>- Contexto onde está inserido o OA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indexação baseada no Perfil do autor</li> <li>- Análise das Propriedades dos Documentos</li> <li>- Conteúdo do documento</li> <li>- Contexto do Documento</li> </ul>	- não informa o que foi implementado
Resultados	- recupera em torno de 45 metadados	- recupera 17 metadados	- não informa quantos metadados são recuperados

## 5 CONCLUSÃO

A solução encontrada para o problema de geração dos metadados associados aos objetos de aprendizagem foi definir maneiras de recuperar metadados de OA, sem que o usuário tenha que informá-los. Para isso foi preciso pesquisar e estudar quais as fontes de metadados disponíveis no AdaptWeb. A partir do conhecimento dessas fontes foram definidas técnicas de recuperação de metadados.

Foram definidas um total de 6 técnicas de recuperação, as quais se adaptam ao tipo de OA que está sendo catalogado, e ao metadado a ser recuperado, ou seja, se não é possível recuperar o metadado através de uma determinada técnica, outra técnica pode ser utilizada. O resultado da aplicação dessas técnicas é considerado satisfatório, pelo fato de que são recuperados em torno de 45 metadados para cada OA catalogado no repositório. Levando em consideração que são 58 metadados do padrão LOM que possuem valor, a recuperação de metadados desenvolvida nessa dissertação recupera em torno de 75% (setenta e cinco por cento) dos metadados do padrão LOM.

Foi possível recuperar, com a mínima intervenção do usuário, uma quantidade considerável de metadados consistentes, comparando o resultado como muito significativo em relação aos metadados que OA de outros repositórios possuem. Isso se deve ao fato de que as técnicas foram definidas baseadas no contexto de um ambiente de aprendizagem, o AdaptWeb, que possui meta-informação em sua estrutura e funcionamento.

As principais contribuições do trabalho são:

- Recuperação de uma quantidade de metadados considerada satisfatória para descrever adequadamente um OA.
- Especificação de técnicas de recuperação de metadados, que recuperam o maior número possível de metadados. A aplicação dessas técnicas é flexível, ou seja, dependendo do metadado a ser recuperado, ou do OA que está sendo catalogado, é aplicada a técnica mais adequada.
- Aplicabilidade das técnicas definidas em outros ambientes de aprendizagem, ou em outros repositórios. Cada ambiente ou repositório, de acordo com seu funcionamento e fonte de dados, pode adotar as técnicas mais adequadas para recuperar os metadados dentro do contexto onde seus OA estão inseridos.
- Transferência da responsabilidade da tarefa de informar os metadados do usuário ao sistema. Isso facilitou a tarefa do usuário, no sentido de que ele não necessita informar uma quantidade grande de metadados, para que seus OA sejam descritos adequadamente.
- Criação de um repositório de OA independente do ambiente de aprendizagem AdaptWeb. Esse repositório foi definido de forma

genérica, para que no futuro, seja possível cadastrar outros OA, e não apenas os provenientes do AdaptWeb. Como também, a possibilidade de importar OA de outros repositórios, juntamente com seus metadados, enriquecendo assim o catálogo de OA do repositório AdaptWeb. Ainda será possível exportar OA do repositório AdaptWeb para outros repositórios, porque os OA estão descritos através do padrão LOM, utilizado pela maioria dos repositórios. O reuso dos OA do repositório AdaptWeb em outros ambientes de aprendizagem também será possível, porque os OA estão descritos com uma quantidade considerada adequada, resultando em uma busca e recuperação eficiente dos OA. Portanto, o usuário consegue encontrar o OA de acordo com suas necessidades.

## 5.1 Trabalhos Futuros

Neste trabalho foram definidas técnicas com base no funcionamento e estrutura do AdaptWeb, a fim de recuperar o máximo de metadados possível. Algumas melhorias ainda podem ser feitas visando aperfeiçoar o mecanismo de recuperação dos metadados. Como trabalhos futuros relacionados às técnicas aqui definidas, podemos citar:

- Implementação da técnica de Mapeamento de Instâncias XML para o Repositório de OA. Para isso é necessário que seja implementada a importação de disciplinas entre os servidores AdaptWeb.
- Implementação da técnica Template de Metadados. Para isso é necessário definir regras de similaridade entre os OA e criar o template de metadados do usuário. Além disso é necessário registrar a frequência de uso dos metadados, e as alterações frequentemente realizadas pelos usuários. Dessa forma o template de metadados do usuário pode ser enriquecido.
- Refinamento da técnica Análise do Arquivo do OA, de maneira que se possa analisar o conteúdo do arquivo, e recuperar metadados como “5.1 *Educational.InteractivityType*”, “5.2 *Educational.LearningResourceType*”, entre outros.
- Estender o AdaptWeb a fim de que ele suporte o versionamento de OA, para que estes possuam um ciclo de vida no repositório.
- Definir critérios de combinação de várias técnicas para a recuperação de metadados, levando em consideração o tipo de metadado e o tipo de OA. A aplicação de técnicas combinadas pode resultar em mais consistência para o metadado, e também pode eliminar a necessidade de confirmação do usuário para certos metadados.
- Realização de uma validação experimental com uma disciplina de uso real, com o objetivo de validar o trabalho. Incluindo a comparação o depoimento dos usuários sobre a consistência dos metadados recuperados.

## 5.2 Publicações

WARPECHOWSKI, M. ; OLIVEIRA, J. P. M. . Obtenção de Metadados de Objetos de Aprendizagem no AdaptWeb. In: **ERBD 2005 - I Escola Regional de Banco de Dados, 2005, Porto Alegre. ERBD 2005**. 2005. v. 1. p. 61-66.

WARPECHOWSKI, M. ; OLIVEIRA, J. P. M. . Retrieval of Learning Objects Metadata in AdaptWeb. In: **SW-WL'05 Semantic Web for Web-based Learning: Implications in the Area of Information Systems in Education, 2005, Porto. CAISE'05**. 2005.

WARPECHOWSKI, M. ; OLIVEIRA, J. P. M. ; SOUTO, M. A. ; MUSA, D. L. ; Brunetto, Maria Angélica ; FREITAS, V. ; PROENÇA JR, Mário Lemes . Adaptive Hypermedia in the AdaptWeb Environment. In: **First International Workshop on Engineering the Adaptive Web - EAW, 2004, Eindhoven. AH 2004**. Workshop Proceedings, 2004. p. 68-73.



## REFERÊNCIAS

ADL: Advanced Distributed Learning Initiative. Disponível em: <<http://www.adlnet.org>>. Acesso em: jun. 2003.

AMARAL, M. A. **Organização e Armazenamento de Conteúdo Instrucional no Ambiente AdaptWeb Utilizando XML**. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

AMEGA. 2005. Disponível em: <[http://dlist.sir.arizona.edu/878/01/lc\\_amega\\_final\\_report.pdf](http://dlist.sir.arizona.edu/878/01/lc_amega_final_report.pdf)>. Acesso em: fev. 2005.

ARIADNE Foundation. Disponível em: <<http://www.ariadne-eu.org>>. Acesso em: jun. 2004.

BOURDA, Y.; DOAN B.; KEKHIA, W. A Semi-Automatic Tool for the Indexation of Learning Objects. In: WORLD CONFERENCE ON EDUCATIONAL MULTIMEDIA, HYPERMEDIA & TELECOMUNICATIONS, 2002, Denver, Colorado, USA. **Proceedings ...** [S.l.:s.n.], 2002. p.190-191.

BUYENS, J. **Aprendendo MySQL e PHP**. São Paulo: Makron Books, 2002. 371 p.

CARDINAELS, K.; DUVAL, E.; OLIVIÉ, H. Issues in Automatic Learning Object Indexation. In: WORLD CONFERENCE ON EDUCATIONAL MULTIMEDIA, HYPERMEDIA & TELECOMUNICATIONS, 2002, Denver, Colorado, USA **Proceedings ...** [S.l.:s.n.], 2002. p.239-240.

CARDINAELS, K.; MEIRE, M.; DUVAL, E. Automating Metadata Generation: the simple indexing interface. In: INTERNATIONAL WORLD WIDE WEB CONFERENCE. WWW2005, 14., 2005, Chiba, Japan. **Proceedings ...** [S.l.:s.n.], 2005. p.548-556.

CAREO: Campus Alberta Repository Educational Objects. Disponível em: <<http://careo.netera.ca>>. Acesso em: ago. 2003.

CEdMA: Learning Architectures and Learning Objects. Disponível em: <<http://www.learnativity.com/lalo.html>>. Acesso em: ago. 2003.

CESTA: Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendizagem. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA>>. Acesso em: jun. 2003.

DCMI: Dublin Core Metadata Initiative. Dublin Core Element Set, version 1.1. Disponível em: <<http://www.dublincore.org/documents/dcmi-terms/>>. Acesso em: ago. 2003.

DUVAL, E.; CARDINAELS, K. et al. The ARIADNE knowledge pool system. **Communications of the ACM**, New York, v. 44, n. 5, p. 73-78, May 2001.

DUVAL, E.; HODINGS, W. A LOM Research Agenda. In: INTERNATIONAL WORLD WIDE WEB CONFERENCE, WWW, 12., 2003, Budapest, Hungary. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2003. p. 1-9.

FLANAGAN, D. **JavaScript: O Guia Definitivo**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004. 818 p.

FREITAS, V. de. **Autoria Adaptativa de Hipermídia Educacional**. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FREITAS, V. et al. AdaptWeb: an adaptive web-based courseware. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN EDUCATION, 2002. Badajoz. **Proceedings ...** Badajoz: Formatex Center, 2002a. p. 131-134.

FRIESEN, N. **CanCore Protocol: Guidelines for Best Practice 2001**. Disponível em: <[http://www.cancore.ca/guidelines\\_for\\_alberta\\_learning.doc](http://www.cancore.ca/guidelines_for_alberta_learning.doc)>. Acesso em: ago. 2004.

GASPARINI, I. **Interface Adaptativa no Ambiente AdaptWeb**. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

GETID3: The PHP Media File Parser. Disponível em: <<http://www.getid3.org>>. Acesso em: fev. 2004.

HEERY, R.; PATEL, M. Application Profiles: Mixing and Matching Metadata Schemas. Ariadne. Issue 25, September, 2000. Disponível em: <<http://www.ariadne.ac.uk/issue25/app-profiles>>. Acesso em: ago. 2004.

IEEE Learning Technology Standards Committee. IEEE P1484.12 LOM Working Group. Disponível em: <<http://ltsc.ieee.org/wg12/> jun. 2004>. Acesso em: mar. 2004.

IEEE - LTSC. IEEE 1484.12.1 - Standard for Learning Object Metadata. New York, 2002. Disponível em: <[http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM\\_1484\\_12\\_1\\_v1\\_Final\\_Draft.pdf](http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf)>. Acesso em: out. 2003.

IEEE - LTSC. IEEE 1484.12.2 - Standard for ISO/IEC 11404 binding for Learning Object Metadata data model. New York, 2002a. Disponível em: <[http://ltsc.ieee.org/wg12/files/IEEE\\_1484\\_12\\_02\\_D01\\_LOM\\_11404\\_binding.doc](http://ltsc.ieee.org/wg12/files/IEEE_1484_12_02_D01_LOM_11404_binding.doc)>. Acesso em: ago. 2003.

IEEE - LTSC. IEEE 1484.12.3 - Standard for XML binding for Learning Object Metadata data model. New York, 2001. Disponível em: <[http://www.imsglobal.org/metadata/imsmdv1p2p1/imsmd\\_bindv1p2p1.html](http://www.imsglobal.org/metadata/imsmdv1p2p1/imsmd_bindv1p2p1.html)>. Acesso em: ago. 2003.

IEEE - LTSC. IEEE 1484.12.4 - Standard for Resource Description Framework (RDF) binding for Learning Object Metadata data model. New York, 2002b. Disponível em: <<http://kmr.nada.kth.se/el/ims/md-lomrdf.html>>. Acesso em: ago. 2003.

IMS: Instructional Management Systems. Disponível em: <<http://www.imsproject.org>>. Acesso em: jun. 2004.

IP, A.; MORRISON, I. Learning Objects in Different Pedagogical Paradigms. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE AUSTRALASIAN SOCIETY FOR COMPUTERS IN LEARNING IN TERTIARY EDUCATION, ASCILITE, 18., 2001, Melbourne, Australia. **Proceedings...** Disponível em: <<http://www.ascilite.org.au/conferences/melbourne01/pdf/papers/ipa.pdf>>. Acesso em: set. 2003.

KABEL, S. et al. Consistency in Indexing Learning Objects: an Empirical Investigation. In: LEARNING OBJECTS 2003 SYMPOSIUM: LESSONS LEARNED QUESTIONS ASKED, 2003, Honolulu, Hawaii, USA. **Proceedings ...** Norfolk, VA, USA: Association for the Advancement of Computing in Education, AACE, 2003. p. 26 – 31.

KEKHIA, W.; BOURDA, Y. Implementing Learning Object Metadata using RDF. In: WORLD CONFERENCE ON EDUCATIONAL MULTIMEDIA, HYPERMEDIA & TELECOMUNICATIONS, 2001, Tampere, Finland. **Proceedings ...** [S.l.:s.n.], 2001.

LON: Learning Objects Network. Disponível em: <[http://www.learningobjectsnetwork.com/resourcesLONWhitePaper\\_SecureInternetDeliveryOfHighValueContent.pdf](http://www.learningobjectsnetwork.com/resourcesLONWhitePaper_SecureInternetDeliveryOfHighValueContent.pdf)>. Acesso em: jun. 2004.

LTSC: Learning Technology Standards Committee. Disponível em: <<http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html>>. Acesso em: ago. 2003.

LYDIA. Disponível em: <<http://www.lydialearn.com/>>. Acesso em: set. 2003.

MARÇAL, V. S. P. **Adaptação de Conteúdos Educacionais baseada no Modelo do Aluno do Ambiente AdaptWeb** 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MERLOT: Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching. Disponível em: <<http://www.merlot.org>>. Acesso em: set. 2003.

NAJJAR, J. et al. The Actual Use of Metadata in Ariadne: An Empirical Analysis. In: ARIADNE INTERNATIONAL CONFERENCE, 3., 2003, Leuven, Belgium. **Proceedings ...** [S.l.:s.n.], 2003.

NEVEN, F. et al. Reusable Learning Objects: a Survey of LOM-Based Repositories. In: ACM INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIMEDIA, 10., Juan-les-Pins, France. **Proceedings ...** [S.l.:s.n.], 2002. p. 291-294.

NEVEN F. ; DUVAL E. et al. An Open and Flexible Indexation- and Query tool for Ariadne. In: WORLD CONFERENCE ON EDUCATIONAL MULTIMEDIA, HYPERMEDIA & TELECOMMUNICATIONS, 2003, Honolulu, Hawaii, USA. **Proceedings ...** [S.l.:s.n.], 2003. p. 107-114.

ROSCELLE, J. et al. **Educational Software Components of Tomorrow**. Disponível em: <[http://www.escot.org/docs/MSET\\_ESCOT.html](http://www.escot.org/docs/MSET_ESCOT.html)>. Acesso em: ago. 2003.

SHINOHARA, M. et al. Effective Retrieval of Educational Resources by Using Learning Object Metadata for K-12 Schools in Japan. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DUBLIN CORE AND METADATA APPLICATIONS, 2001, Tokio, Japan. **Proceedings ...** [S.l.:s.n.], 2001. p. 255-258.

SILO: Search & Index Learning Objects. Disponível em: <<http://ariadne.cs.kuleuven.ac.be/silo2004/>>. Acesso em: jun. 2004.

SIMON, B. et al. A Simple Query Interface for Interoperable Learning Repositories. In: WORKSHOP ON INTEROPERABILITY OF WEB-BASED EDUCATIONAL SYSTEMS; INTERNATIONAL WORLD WIDE WEB CONFERENCE, WWW, 14., 2005, Chiba, Japan. **Proceedings ...** [S.l.:s.n.], 2005. p. 11-16. Disponível em: <<http://www.l3s.de/~olmedilla/events/interopPapers/paper02.pdf>>. Acesso em: jun. 2005.

SMETE Digital Library. Disponível em: <<http://www.smete.org/>>. Acesso em: ago. 2003.

SOARES, W. **Programando em PHP: Conceitos e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Érica, c2000. 386 p.

TAROUCO, L. M. R.; FABRE, M.-C. J. M.; TAMUSIUNAS, F. R. Reusabilidade de Objetos Educacionais. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, 2003.

THE LEARNING MATRIX. Disponível em: <<http://thelearningmatrix.enc.org>>. Acesso em: ago. 2003.

VANDEPITTE, P. et al. Bridging an LCMS and an LMS: a Blackboard Building Block for the Ariadne Knowledge Pool System. In: WORLD CONFERENCE ON EDUCATIONAL MULTIMEDIA, HYPERMEDIA, AND TELECOMMUNICATIONS, 6., 2003, Norfolk, VA. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 2003. p. 423 - 424.

WILEY, D.A. **Learning Object Design and Sequencing Theory**. 2000. Ph.D. Thesis. Brigham Young University, Provo, Utha, USA.

WILEY, D. A. **Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A Definition, a Metaphor, and a Taxonomy**. The Instructional Use of Learning Objects. Bloomington, IN: Agency for Instructional Technology, 2002.