

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS  
Programa de Pós-Graduação em Informática

RECUPERAÇÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM  
BASEADA NO USO DE DIRETÓRIOS, COM ANOTAÇÃO  
SEMÂNTICA E SOCIAL

Marcelo Patrocínio

Belo Horizonte  
2009

Marcelo Patrocínio

# Recuperação de Objetos de Aprendizagem Baseada no Uso de Diretórios, com Anotação Semântica e Social

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Informática pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

Orientadora: Lucila Ishitani

Belo Horizonte  
2009

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

P314r Patrocínio, Marcelo  
Recuperação de Objetos de Aprendizagem Baseada no Uso de Diretórios,  
com Anotação Semântica e Social / Marcelo Patrocínio. - Belo  
Horizonte, 2009.  
77f. : il.

Orientadora: Lucila Ishitani.  
Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas  
Gerais. Programa de Pós-graduação em Informática.  
Bibliografia.  
1. Sistemas de recuperação da informação - Teses. 2. Ensino a  
distância - Brasil. I. Ishitani, Lucila. II. Pontifícia Universidade Católica  
de Minas Gerais. III. Título

CDU: 681.3.01:37



PUC Minas  
Programa de Pós-graduação em Informática

## FOLHA DE APROVAÇÃO

*Recuperação de objetos de aprendizagem baseada no uso de diretórios, com  
anotação semântica e social*

**Marcelo Patrocínio**

Dissertação defendida e aprovada pela seguinte banca examinadora:

*Lucila Ishitani*

Profa. Lucila Ishitani - Orientadora (PUC Minas)  
Doutora em Ciências da Computação (UFMG)

*Rodrigo Baroni de Carvalho*

Prof. Rodrigo Baroni de Carvalho (FUMEC)  
Doutor em Ciência da Informação - UFMG

*Silvio Jamil Ferzoli Guimarães*  
Prof. Silvio Jamil Ferzoli Guimarães - (PUC Minas)  
Doutor em Ciência da Computação - UFMG

Belo Horizonte, 20 agosto de 2009.

*Dedico este trabalho à minha esposa Tânia Mara, ao meu filho Pedro e,  
especialmente, ao meu Avô Augusto.*

## **AGRADECIMENTOS**

Obrigado a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Meus mais sinceros agradecimentos à Professora Lucila Ishitani, pela atenção, diligência (e paciência) em me orientar.

Não poderia deixar de agradecer à Giovana, por toda atenção e auxílio.

## **RESUMO**

Um dos grandes desafios à utilização de objetos de aprendizagem é a sua recuperação de repositórios heterogêneos. Através deste trabalho é proposto um mecanismo para recuperação de objetos de aprendizagem baseado em serviço de diretório que integra metadados utilizados nos principais repositórios brasileiros e recursos de anotação social. Foi implementado um protótipo de repositório com o modelo de dados proposto utilizando um serviço de diretório para o armazenamento de metadados e um banco de dados relacional para o armazenamento das anotações efetuadas pelos consumidores dos objetos. A associação desses recursos enriquece as possibilidades de busca e navegação por objetos com a utilização de etiquetas, auxiliando na integração de repositórios heterogêneos, interoperabilidade, compartilhamento do conhecimento e aumento da disponibilidade de objetos de aprendizagem.

Palavras-chave: Objetos de aprendizagem. Anotação social. Serviço de diretório. Web semântica. Folksonomia.

## **ABSTRACT**

One of the major challenges to the use of learning objects is their recovery from heterogeneous repositories. This work proposes a mechanism for learning objects recovery based on a directory service that integrates metadata used by the main Brazilian repositories and social annotation resources. A repository prototype was implemented with the proposed data model using a directory service for the metadata storage along with a relational database for the storage of objects' consumers annotation. The association of these resources enriches the ways of searching and browsing objects using tags, assisting the integration of heterogeneous repositories, interoperability, knowledge sharing and increasing the availability of learning objects.

Key-words: Learning objects. Social annotation. Directory service. Semantic web.  
Folksonomy.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Uma nuvem de etiquetas. ....	22
FIGURA 2	Diagrama da estrutura de classes, relacionamentos e propriedades base do LOM. ....	24
FIGURA 3	Um objeto da classe usuário e atributos no serviço de diretório. ....	33
FIGURA 4	Serviço de localização de objetos no serviço de diretório. ....	34
FIGURA 5	Aplicação de permissões no serviço de diretório. ....	35
FIGURA 6	<i>Directory Information Tree</i> . ....	36
FIGURA 7	O LDAP <i>Server</i> . ....	37
FIGURA 8	Um arquivo em formato LDIF. ....	38
FIGURA 9	Inclusão de usuário no serviço de diretório. ....	51
FIGURA 10	Figura 10a Instalação do ADAM. Figura 10b Escolha da porta LDAP. ....	52
FIGURA 11	Figura 11a Partição de Aplicação. Figura 11b Classe OA. ....	52
FIGURA 12	Inclusão de usuário no serviço de diretório. ....	53

FIGURA 13	Aplicação cliente. ....	55
FIGURA 14	Diagrama do Banco de Dados SQL Utilizado para Anotações. ....	76
FIGURA 15	Relatório que exibe os objetos mais baixados. ....	77
FIGURA 16	Relatório que exibe os objetos que receberam as maiores notas. ....	77

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Metadados Dublin Core. ....	25
TABELA 2	As 8 categorias gerais do <i>Schema</i> CanCore. ....	26
TABELA 3	Aspectos Positivos e Negativos dos Padrões de Metadados. ....	27
TABELA 4	Trabalhos Relacionados: Contribuições e Aspectos Negativos ....	43
TABELA 4	Trabalhos Relacionados: Contribuições e Aspectos Negativos ....	44
TABELA 4	Trabalhos Relacionados: Contribuições e Aspectos Negativos ....	45
TABELA 5	Conjunto de Metadados Utilizados nos Repositórios Estudados. ....	46
TABELA 5	Conjunto de Metadados Utilizados nos Repositórios Estudados. ....	47
TABELA 5	Conjunto de Metadados Utilizados nos Repositórios Estudados. ....	48
TABELA 5	Conjunto de Metadados Utilizados nos Repositórios Estudados. ....	49
TABELA 6	Conjunto Proposto de Metadados ....	50

## **LISTA DE SIGLAS**

**ADAM** *Active Directory Application Mode*

**ADSI** *Active Directory Services Interface*

**ANSI** *American National Standards Institute*

**API** *Application Program Interface*

**CESTA** *Coletânea de Entidades de Suporte ao Uso de Tecnologia na Aprendizagem*

**CINTED** *Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação*

**DAP** *Directory Access Protocol*

**DCMI** *Dublin Core Metadata Initiative*

**DIB** *Directory Information Base*

**DIT** *Directory Information Tree*

**DSA** *Directory System Agent*

**DUA** *Directory User Agent*

**IEEE** *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

**IMS** *Instructional Management Systems*

**IP** *Internet Protocol*

**ISO** *International Standards for Organization*

**ITU-T** *International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector*

**LabVirt** *Laboratório Didático Virtual*

**LDAP** *Lightweight Directory Access Protocol*

**LDIF** *LDAP Data Interchange Format*

**LDs** *Learning Designs*

**LMS** *Learning Management System*

**LOM** *Learning Object Metadata*

**LOV** *Learning Objects Vocabulary*

**LTSC** *Learning Technology Standards Committee*

**MEC** Ministério da Educação

**MERLOT** *Multimedia Educational Resources for Learning and Online Teaching*

**MPEG** *Moving Picture Experts Group*

**NDS** *Novell Directory Services*

**NIS** *Network Information Service*

**NTDS** *NT Directory Services*

**OAs** Objetos de Aprendizagem

**OE3** Objetos Educacionais na Educação em Engenharia

**OSI** *Open Systems Interconnection*

**PDF** *Portable Document Format*

**RIVED** Rede Interativa Virtual de Educação

**SASL** *Simple Authentication and Security Layer*

**SDK** *Software Development Kit*

**SEED** Secretaria de Educação a Distância

**SQL** *Structured Query Language*

**TCP** *Transmission Control Protocol*

**TLS** *Transport Layer Security*

**UFRGS** Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**USP** Universidade de São Paulo

**W3C** *World Wide Web Consortium*

**WWW** *World Wide Web*

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	p. 16
1.1	Objetivos .....	p. 16
1.2	Metodologia .....	p. 17
1.3	Contribuições .....	p. 17
1.4	Estrutura do trabalho .....	p. 18
2	MODELOS PARA ORGANIZAÇÃO E INDEXAÇÃO DE DADOS .....	p. 19
2.0.1	<i>Vocabulários controlados</i> .....	p. 19
2.0.2	<i>Ontologias</i> .....	p. 20
2.0.3	<i>Folksonomia</i> .....	p. 21
2.1	Padrões de Metadados .....	p. 23
2.1.1	<i>IEEE LOM</i> .....	p. 23
2.1.2	<i>IMS</i> .....	p. 24
2.1.3	<i>DCMI</i> .....	p. 25
2.1.4	<i>CanCore</i> .....	p. 25
2.1.5	<i>Comparação entre padrões de metadados</i> .....	p. 26
3	REPOSITÓRIOS BRASILEIROS DE OAS .....	p. 28

3.1	Laboratório Didático Virtual (LabVirt) .....	p. 28
3.2	Rede Interativa Virtual de Educação (Rived).....	p. 30
3.3	Projeto OE3 .....	p. 30
3.4	Coletânea de Entidades de Suporte ao Uso de Tecnologia na Aprendizagem (CESTA) .....	p. 31
3.5	Considerações sobre os repositórios brasileiros de OAs	p. 31
4	SERVIÇO DE DIRETÓRIO .....	p. 32
4.1	Serviço de Diretório como Repositório de Metadados .	p. 32
4.1.1	<i>Recomendação X.500 - O Serviço de Diretório.....</i>	p. 34
4.1.2	<i>LDAP .....</i>	p. 36
4.1.3	<i>Busca em Diretórios .....</i>	p. 37
5	TRABALHOS RELACIONADOS .....	p. 40
6	MODELO PROPOSTO .....	p. 46
6.1	Conjunto de Metadados e Anotação Social .....	p. 46
6.2	Protótipo .....	p. 49
7	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS .....	p. 56
	Referências .....	p. 58
	Apêndice A – Metadados IEEE LTSC LOM .....	p. 61

<b>Apêndice B – Modificações Efetuadas pelo IMS ao IEEE</b>	
<b>LTSC LOM</b> .....	p.67
<b>Apêndice C – Especificação Detalhada dos Metadados DCMI</b> p.68	
<b>Apêndice D – Especificação de Metadados CanCore</b> ..... p.72	
<b>Apêndice E – Protótipo</b> ..... p.76	
<b>E.1 Banco de Dados Utilizado no Protótipo</b> .....	p.76
<b>E.2 Relatórios</b> .....	p.77

# 1 INTRODUÇÃO

De forma similar às demais atividades humanas, a educação foi afetada pelo emprego das Tecnologias da Informação e Comunicação. A Internet passou a ser utilizada para o ensino a distância trazendo novas possibilidades e desafios. Dentre as novas tecnologias desenvolvidas, os Objetos de Aprendizagem (OAs) destacam-se como componentes básicos para a construção e elaboração de material didático.

OAs possuem diversas definições. De acordo com o IEEE (IEEE-LTSC, 2002), são: “entidades que podem ser utilizadas, reutilizadas ou referenciadas durante o aprendizado suportado por tecnologias”. Barrit e Weiseler (BARRIT C.; WEISELER, 1999) definem OAs como: “Pequenas unidades discretas que possam ser autônomas e que ensinam uma habilidade específica”. McGreal (MCGREAL, 2004) propõe a definição de OA como: “...qualquer recurso digital reutilizável que é encapsulado em uma lição ou reunião de lições agrupadas em unidades, módulos, cursos e mesmo programas”.

Em uma analogia ao paradigma da Programação Orientada a Objetos, uma vez construídos e dotados de anotação semântica adequada, os OAs podem ser armazenados em repositórios para que sejam reutilizados, referenciados e recombinaados para a criação de novos objetos.

A anotação semântica dos OAs é o que torna possível sua localização e recuperação e, conforme Friesen, Roberts e Fischer (FRIESEN; ROBERTS; FISHER, 2002), apesar da existência de uma diversidade de modelos de dados para anotação de OAs, esses modelos não são adequados, sendo necessárias adaptações (customizações) para que sejam implementados.

## 1.1 Objetivos

Atualmente existem diversos repositórios de OAs em funcionamento, entretanto, esses repositórios utilizam metadados que não foram projetados para a utilização de forma

integrada.

O objetivo do presente trabalho é propor um mecanismo para recuperação de OAs utilizando um modelo de dados para anotação semântica que integre metadados dos OAs armazenados nos principais repositórios brasileiros e recursos de anotação social.

A utilização compartilhada de um modelo de metadados para a anotação semântica de OAs simplifica o processo de localização de objetos e mapeamento semântico entre vocabulários, colaborando para a solução do problema da interoperabilidade entre repositórios e possibilitando o aumento da disponibilidade de OAs através da federação de repositórios com pontos únicos de acesso e localização. Essa padronização pode, também, auxiliar na integração de novos repositórios ao conjunto de repositórios já existentes.

## 1.2 Metodologia

Os principais repositórios brasileiros de OAs foram identificados e estudados e os padrões de metadados de cada repositório foram analisados para estabelecer os padrões em utilização e selecionar um conjunto de metadados adequado para a representação dos OAs dos repositórios analisados. A estrutura dos repositórios estudados apresentou as vantagens da utilização de um Serviço de Diretório como infraestrutura para repositório de metadados de OAs.

Foi efetuado um estudo sobre recuperação de informação sobre anotação colaborativa de OAs em ambiente social.

Foi implementado um protótipo de repositório que fornece os serviços de busca e obtenção de referências para OAs armazenados nos repositórios estudados através de um ponto de acesso único, utilizando o conjunto proposto de metadados e recursos de anotação social.

## 1.3 Contribuições

Espera-se através do conjunto de metadados desenvolvido auxiliar na integração de repositórios, recuperação e reutilização de OAs permitindo que a pesquisa e obtenção de referências para OAs armazenados em todos os repositórios estudados no presente trabalho sejam efetuadas em um único local.

O modelo proposto deverá permitir a anotação social e colaborativa de OAs de forma

conjugada aos recursos tradicionais de anotação semântica com a utilização de metadados, possibilitando a pesquisa e recuperação de OAs de forma automática bem como navegação pelo conteúdo do repositório por seres humanos através de diferentes possíveis visões possibilitadas pelo modelo de dados.

## **1.4 Estrutura do trabalho**

O presente trabalho está organizado em seis capítulos. No Capítulo 2 são apresentados os conceitos e modelos utilizados para organização e indexação de dados de OAs. No Capítulo 3 são abordados os repositórios brasileiros de OAs. No Capítulo 4 é apresentada a arquitetura do Serviço de Diretório e seu funcionamento. No Capítulo 5 são apresentados os trabalhos relacionados a este projeto. No Capítulo 6 são apresentados uma proposta de um modelo de dados para OAs e um protótipo de repositório utilizando o modelo proposto. No Capítulo 7 são apresentadas as conclusões do trabalho bem como trabalhos futuros.

## 2 MODELOS PARA ORGANIZAÇÃO E INDEXAÇÃO DE DADOS

A reutilização dos OAs pode ser considerada como um dos fatores primordiais para a utilização da tecnologia. Os objetos são projetados para serem reutilizados em ambientes e plataformas com diferentes recursos de *software*, identidades visuais e idiomas variados. Alguns OAs podem ser utilizados sob demanda em ambientes conectados e *off-line* em dispositivos móveis com recursos escassos de *hardware* como memória e resolução gráfica reduzida.

Para que OAs sejam localizados e recuperados é necessário que sejam descritos de alguma forma. A anotação semântica tradicional de OAs é efetuada com a utilização de metadados que descrevem o objeto através de seus atributos como tamanho e público-alvo que são indexados para posterior recuperação.

Neste capítulo são apresentadas as alternativas possíveis para a descrição de domínios do conhecimento que, segundo Tuzovsky, Bubnov e Kozlov (TUZOVSKY; BUBNOV; KOZLOV, 2003) são: vocabulários controlados e ontologias. Ao final do capítulo são apresentados os recursos para a anotação de OAs de cunho social através da utilização da folksonomia, recurso considerado por O'Reilly (O'REILLY, 2005) como característico da Web 2.0 em contraste à utilização de taxonomias.

Conforme Lassila e McGuiness citados por Breitman (BREITMAN, 2005),

“considerando-se o poder de expressividade dos modelos de representação de conhecimento é possível a categorizar como ontologias desde vocabulários controlados até as representações que expressam restrições em lógica de primeira ordem.”

### 2.0.1 Vocabulários controlados

A utilização de um vocabulário controlado consiste na escolha de termos para descrever um domínio e o registro desses termos. Tesouros e taxonomias são formas de utilização

de vocabulários controlados para a organização do conhecimento. Uma vez organizados, os vocabulários podem ser utilizados para catalogar ou indexar objetos, descrevê-los ou pesquisá-los.

Um tesouro<sup>1</sup> consiste em uma base de dados ou lista de tópicos de busca semanticamente “controlada e dinâmica que contém termos relacionados genérica e semanticamente, cobrindo um domínio específico do conhecimento” (BITI, 2009). Um tesouro enumera todos os termos importantes em um domínio de conhecimento e identifica termos relacionados.

Por sua vez, uma taxonomia<sup>2</sup> consiste na classificação dos termos em categorias ou agrupamentos conforme características comuns.

Os vocabulários controlados são, por vezes, muito específicos e dificultam a anotação e não podem ser utilizados em outro contexto ou área de aplicação. Por exemplo, um vocabulário que descreve OAs para uso em um treinamento militar dificilmente poderia ser adotado para descrever objetos fora desse contexto.

Al-Khalifa e Davis afirmam que, a despeito da variedade de padrões existentes de metadados e vocabulários, não é possível representar informação semântica suficientemente detalhada sobre recursos educacionais (AL-KHALIFA; DAVIS, 2007).

### 2.0.2 Ontologias

A representação de um domínio do conhecimento através das relações existentes entre os objetos do domínio denomina-se ontologia. Uma ontologia representa classes de objetos, suas propriedades ou atributos e relacionamentos permitindo a realização de inferências.

Conforme Noy e McGuinness (NOY; MCGUINNESS, 2000) a utilização de ontologias possibilita:

- Realizar inferências em repositórios de diferentes estruturas e plataformas por agentes de *software* através do relacionamento e compartilhamento de ontologias;
- Reaproveitar o conhecimento de um domínio sem que se tenha de passar por todo o processo de modelagem e engenharia do conhecimento novamente;
- Explicitar as premissas de um domínio;

---

<sup>1</sup>Do Latim *thesaurus*

<sup>2</sup>Do Grego *táxis*, significando ordem e *nomos* lei.

- Separar o conhecimento do domínio do conhecimento operacional do domínio;
- Analisar o conhecimento de um domínio.

De acordo com Breitman (BREITMAN, 2005) as ontologias podem ser classificadas quanto a generalidade e quanto ao tipo de informação representada. Quanto a generalidade, de acordo com Guarino citado por (BREITMAN, 2005), da mais geral para a mais específica:

- “Ontologias de nível superior: Descrevem conceitos genéricos e de maneira abrangente;
- Ontologias de domínio: Especializa conceitos para um domínio específico do conhecimento;
- Ontologias de tarefas: Específica para uma tarefa ou atividade;
- Ontologias de aplicação: Mais específica de todas. Papel desempenhado por entidades do domínio no desenrolar de uma tarefa.”

Quanto ao tipo de informação representada, Gómez-Pérez, Fernandez-Lopez e Corcho, citados por (BREITMAN, 2005) classificam as ontologias em “ontologias para representar conhecimento, gerais, de nível superior, de domínio, de tarefas, de domínio-tarefa (reutilizáveis dentro do mesmo domínio), de métodos (conceitos e relacionamentos para atingir um objetivo) e de aplicação.”

### 2.0.3 Folksonomia

Conforme Wal (WAL, 2004), “folksonomia” (prefixo *folks* significa povo e o sufixo *nomos* costume, regra, norma ou lei),

“é o resultado da livre etiquetagem (*tagging*) de informação e objetos para sua posterior recuperação, feita num ambiente social (usualmente compartilhado e aberto a outros). A Folksonomia é criada pelo ato de etiquetagem pela pessoa que consome a informação.”

Dessa forma observa-se o deslocamento da ação da anotação semântica do produtor para o consumidor da informação que pode atribuir anotações semânticas distintas do produtor, permitindo o agrupamento e visualização das informações conforme sua ótica e compreensão do conteúdo. Wal também descreve a folksonomia como “classificação social *bottom-up*”.

A natureza social e de compartilhamento da folksonomia a torna uma alternativa para que anotações semânticas sejam criadas e consumidas por seres humanos, que podem descrever objetos, visualizar descrições efetuadas por outros consumidores dos mesmos objetos e, em alguns casos, votar escolhendo a descrição (etiqueta) considerada mais adequada ou pertinente.

A livre anotação semântica (etiquetagem) efetuada pelo próprio consumidor do objeto faz com que os objetos anotados possam ser agrupados, pesquisados e recuperados com a necessidade de pouca ou mesmo nenhuma inferência e diretamente pelos consumidores.

Em [Sturtz, 2004] são apresentados os três casos de utilização de folksonomias mais citados: os *Websites* Flickr<sup>3</sup>, Del.icio.us<sup>4</sup> e Furl<sup>5</sup>. O *Website* Flickr permite que usuários cadastrados armazenem, compartilhem e organizem fotografias, criem livros de fotografias e apresentações entre outras opções.

No Flickr podem ser atribuídas até 75 *tags*<sup>6</sup> para cada fotografia o que permite a busca e a organização das fotografias por etiquetas de maior popularidade, maior popularidade nas últimas vinte e quatro horas (denominadas *hot tags*), por fotografias georreferenciadas ou qualquer etiqueta. As etiquetas permitem o agrupamento (*clustering*) de fotografias para a busca e visualização.

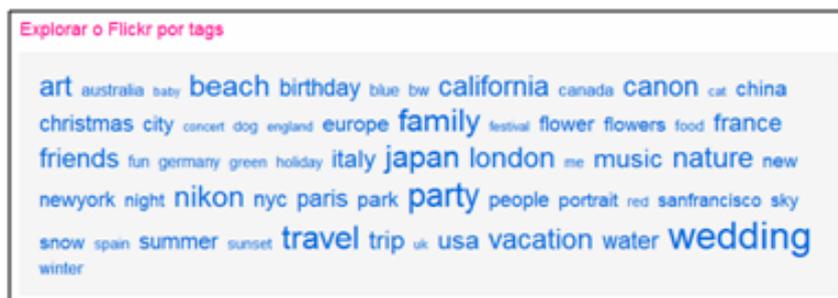


Figura 1: Uma nuvem de etiquetas.

Fonte: [www.flickr.com](http://www.flickr.com)

Pode-se observar na Figura 1 um dos formatos possíveis de organização de etiquetas denominada “nuvem de etiquetas” que as apresenta em ordem alfabética representando sua relevância pelo tamanho do corpo do texto utilizado: quanto mais utilizada ou recomendada for uma etiqueta, maior o corpo do texto utilizado para apresentá-la na nuvem. A importância da etiqueta também pode ser representada pela cor do texto com a utilização

<sup>3</sup><http://www.flickr.com/>

<sup>4</sup><http://delicious.com/>

<sup>5</sup><http://www.furl.net> atual <http://www.diigo.com>

<sup>6</sup>Etiquetas

de cores quentes ou frias conforme a maior ou menor relevância.

Del.icio.us e Furl denominam-se *sites* de “*Social Bookmarking*” e permitem que os usuários armazenem, compartilhem e explorem marcadores (endereços) por etiqueta, data, assunto, popularidade.

As etiquetas podem ser adicionadas livremente e sem limite de quantidade. O *Website* Furl foi absorvido em 2009 pelo Diigo<sup>7</sup> que ampliou as possibilidades de anotação do Furl com recursos de destacar e adicionar notas a páginas Web. As etiquetas podem ser definidas como públicas, privadas ou associadas a grupos. É possível, também, localizar usuários que possuam interesses similares.

## 2.1 Padrões de Metadados

A necessidade de padronização da informação semântica para a organização de OAs motivou a criação de padrões de metadados. Apesar de possuírem finalidades semelhantes e elementos em comum, existem variações na quantidade e tipos de elementos adotados, o que implica na existência de modelos mais genéricos e abrangentes a *application profiles*<sup>8</sup> que são “customizações de padrões para atender a comunidades específicas” (FRIESEN; ROBERTS; FISHER, 2002).

Nesta seção são apresentadas as características e uma comparação dos principais padrões para metadados de OAs.

### 2.1.1 IEEE LOM

O padrão IEEE *Learning Object Metadata*<sup>9</sup> (IEEE LOM) foi desenvolvido pelo IEEE *Learning Technology Standards Committee*<sup>10</sup> (LTSC) (IEEE-LTSC, 2002). Ele tem como objetivo uniformizar a sintaxe e semântica de metadados de objetos de aprendizagem, definidos como “os atributos necessários para descrever adequadamente e/ou completamente um objeto de aprendizagem”. Sua descrição se encontra no Apêndice A.

O LOM é o padrão de metadados para OAs mais amplamente adotado e referenciado possuindo cerca de oitenta itens de metadados em sua estrutura de esquema básico. A Figura 2 apresenta um diagrama com as nove classes que compõem o *Schema* base do

---

<sup>7</sup> www.diigo.com

<sup>8</sup> Perfis de aplicação

<sup>9</sup> Metadados de Objetos de Aprendizagem

<sup>10</sup> Comitê de Padrões de Tecnologia de Aprendizagem

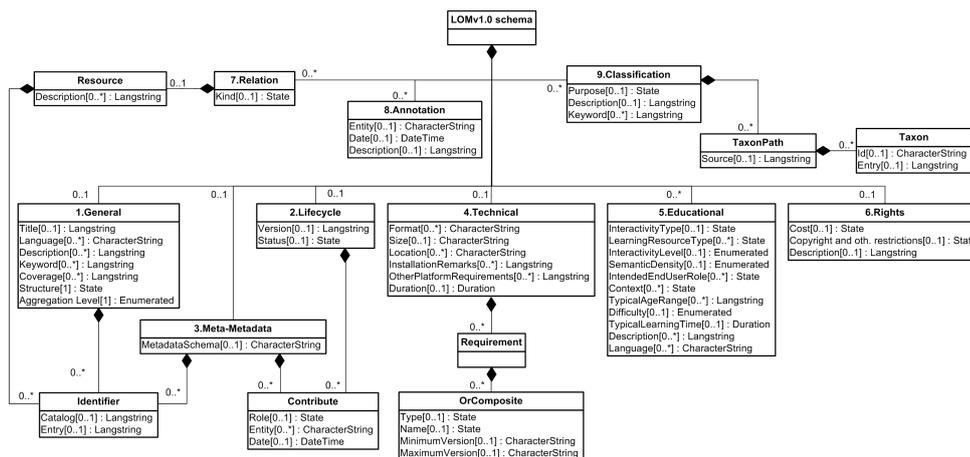


Figura 2: Diagrama da estrutura de classes, relacionamentos e propriedades base do LOM.  
Fonte: (IEEE-LTSC, 2002).

LOM. Mesmo com a utilização de ferramentas como o LOM Editor que é uma ferramenta para a edição de metadados desenvolvida especificamente para anotação segundo o padrão IEEE LOM, a anotação semântica de um OA por um ser humano é um processo trabalhoso.

Como aspecto positivo pode-se destacar que o padrão foi criado para a descrição completa de OAs sendo, portanto, o padrão que possui a maior quantidade de metadados abrangendo os diversos aspectos de OAs.

### 2.1.2 IMS

O *Instructional Management Systems Project*<sup>11</sup> (IMS) (IMS, 2006) é um consórcio internacional que conta, atualmente, com mais de 50 membros e afiliados e tem como objetivo a integração e utilização de tecnologias para dar suporte à educação. Após a publicação do padrão IEEE 1484.12.1 - 2002 o IMS decidiu alinhar seu modelo de metadados o IMS *Learning Resource Metadata Information Model*<sup>12</sup> ao padrão IEEE LOM. No Apêndice B são apresentadas as modificações e extensões efetuadas pelo IMS ao padrão IEEE LOM.

<sup>11</sup>Projeto Sistemas de Gestão Instrucional

<sup>12</sup>Modelo de Informação de Metadados de Recurso de Aprendizagem.

### 2.1.3 DCMI

A *Dublin Core Metadata Initiative*<sup>13</sup> (DCMI) (DCMI, 2006) é uma organização aberta que visa promover a adoção de padrões de metadados interoperáveis e desenvolvimento de vocabulários especializados de metadados para descrever objetos. Possui como missão “a criação de padrões simples e abrangentes para busca, compartilhamento e gerenciamento da informação.”. O conjunto de metadados do *Dublin Core* compreende 15 itens genéricos que podem ser utilizados para descrever uma ampla gama de recursos conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1: Metadados Dublin Core.

Item de Metadados	Descrição
<i>Contributor</i>	Entidade que contribuiu com o recurso
<i>Coverage</i>	Aplicabilidade espacial do recurso ou jurisdição onde o recurso é relevante
<i>Creator</i>	Entidade responsável por criar o recurso
<i>Date</i>	Ponto ou período no tempo associado ao ciclo de vida do recurso
<i>Description</i>	Descrição
<i>Format</i>	Formato da mídia ou tipo do arquivo
<i>Identifier</i>	Identificador único no contexto do recurso
<i>Language</i>	Idioma
<i>Publisher</i>	Entidade responsável por disponibilizar o recurso
<i>Relation</i>	Recurso relacionado
<i>Rights</i>	Direitos autorais
<i>Source</i>	Fonte de onde deriva o recurso
<i>Subject</i>	Assunto.
<i>Title</i>	Título
<i>Type</i>	Natureza ou gênero do recurso

Fonte: (DCMI, 2006)

A especificação de metadados *Dublin Core* encontra-se disponível no Apêndice C.

### 2.1.4 CanCore

A *CanCore Learning Resource Metadata Initiative*<sup>14</sup> (CanCore) é financiada pelo Grupo de Direção de Estratégia de Mercado da Indústria de *e-learning* do Canadá e

<sup>13</sup>Iniciativa de Metadados Dublin Core

<sup>14</sup>Iniciativa de Metadados de Recursos de Aprendizagem CanCore

trata-se de um conjunto de recomendações de melhores práticas de metadados compatíveis com o LOM e o IMS para “habilitar que educadores, pesquisadores e estudantes no Canadá e ao redor do mundo pesquisem e localizem materiais de coleções *on-line* de recursos educacionais.” (FRIESEN; ROBERTS; FISHER, 2002).

Tabela 2: As 8 categorias gerais do *Schema* CanCore.

Nome	Descrição
<i>General</i>	Descrição do objeto como um todo
<i>Lifecycle</i>	História e estado corrente do objeto
<i>Metametadata</i>	Características da descrição
<i>Technical</i>	Características técnicas do objeto
<i>Educational</i>	Características pedagógicas ou educacionais do objeto
<i>Rights</i>	Condições de uso do recurso
<i>Relation</i>	Objetos relacionados
<i>Classification</i>	Descrição de característica do recurso por entradas de classificação

Fonte: (FRIESEN; ROBERTS; FISHER, 2002)

O *Schema* CanCore possui 54 elementos agrupados em 8 categorias gerais conforme apresentado na Tabela 2. No Apêndice D é apresentado o conjunto de elementos do *Schema* CanCore.

### 2.1.5 Comparação entre padrões de metadados

Na Tabela 3 são comparadas as contribuições e aspectos negativos de cada modelo de metadados de OAs.

Em ordem de expressividade tem-se como modelo menos expressivo o Dublin Core, seguido pelo CanCore e, finalmente o IEEE LOM. Pode-se destacar que em termos de quantidade de metadados e utilização prática, Friesen, Roberts e Fischer (FRIESEN; ROBERTS; FISHER, 2002) apontam para adoção de modelos que são perfis de aplicação, modelos de metadados baseados em padrões e que utilizam um subconjunto de metadados selecionado para as necessidades de uma comunidade específica de desenvolvedores e consumidores.

No Capítulo 3 serão identificados os principais repositórios brasileiros de OAs, estudadas as suas características e os padrões de metadados utilizados para a descrição de seus objetos.

Tabela 3: Aspectos Positivos e Negativos dos Padrões de Metadados.

Modelo de Metadados	Aspectos Positivos	Aspectos Negativos
IEEE LOM	Ampla adoção, modelo mais rico	Na prática nem todos os elementos são utilizados
IMS (Recomenda IEEE LOM)	Idem ao IEEE LOM	Idem ao IEEE LOM
CanCore	Baseado no LOM, melhores práticas	Customizado para repositórios do Canadá
DCMI (Dublin Core)	Simples	Muito abrangente (Pouca expressividade)

Fonte: Dados da pesquisa.

### 3 REPOSITÓRIOS BRASILEIROS DE OAS

Repositórios para o armazenamento de objetos de aprendizagem não consistem em apenas locais para armazenamento de objetos. Os repositórios representam recursos importantes no contexto de reutilização de OAs consistindo em um ponto de armazenamento de OAs e metadados associados e fornecendo serviços para a busca, segurança, replicação e troca de informações entre repositórios e consumidores dos OAs.

Neste capítulo serão abordados os principais repositórios brasileiros de OAs, que são objetos de estudo do presente trabalho por não terem sido encontrados estudos semelhantes e já existirem repositórios integrados no exterior. Os repositórios terão suas características e objetos estudados para que se identifique o padrão de metadados em utilização, quantidade de OAs, métodos de pesquisa no repositório e tecnologias utilizadas.

Conforme Neven e Duval (NEVEN; DUVAL, 2002) para que os repositórios sejam úteis eles precisam atingir uma massa crítica de objetos e a integração de repositórios é a melhor maneira de obter uma quantidade significativa de objetos.

Foram identificados os principais repositórios brasileiros OAs que disponibilizavam, publicamente, o total de 1025 OAs no mês de outubro de 2008. A título de comparação somente o repositório MERLOT *Multimedia Educational Resources for Learning and Online Teaching*<sup>12</sup> possuía cerca de 20.000 objetos na mesma ocasião.

#### 3.1 Laboratório Didático Virtual (LabVirt)

Desenvolvido pela Escola do Futuro da Universidade de São Paulo (USP), atualmente sob a coordenação da Faculdade de Educação, o LabVirt<sup>3</sup> tem por objetivo implementar e disponibilizar simulações das disciplinas de Física e Química para o ensino médio (LABVIRT, 2008).

---

<sup>1</sup>Recursos Educacionais Multimeios para Ensino Aprendizagem *On-line*.

<sup>2</sup><http://www.merlot.org/merlot/index.htm>

<sup>3</sup><http://www.labvirt.fe.usp.br/>

Possui três tipos de objetos em seu repositório: projetos, fóruns e simulações.

- Projetos são atividades propostas para grupos de alunos e professores baseados em temas curriculares e interdisciplinares como o projeto “Aprendendo a economizar energia” cuja abordagem principal é descrita como: “Utilizar temas do cotidiano dos alunos e explicar como ocorrem estes fenômenos através da Física.”;
- Fórum constitui-se num espaço público de discussão onde são apresentados, sugeridos e debatidos temas relacionados ao Labvirt;
- Simulações são objetos no formato de “*applets*”, isto é, executam dentro de um ambiente hospedeiro.

OAs disponibilizados pelo LabVirt podem utilizar recursos e linguagens de *script* diversas que necessitam de suporte instalado para que sejam utilizados como:

- *Microsoft Visual Basic Scripting Edition* (VBScript) que utiliza *Windows Script Host* como programa hospedeiro para a interpretação e execução de *scripts* na interface gráfica dos sistemas operacionais da família *Windows* da Microsoft;
- *Java Script* que necessita de suporte instalado no navegador;
- *Adobe Flash* que deve ter seu *plug-in* instalado no navegador para a exibição de seus formatos de arquivo.

O LabVirt pressupõe que os consumidores de objetos de seu repositório conhecem de antemão os requisitos necessários para a correta utilização e exibição dos objetos. Não estão disponíveis, portanto, metadados que informem necessidade de recursos como *plug-ins*, interpretador de *scripts*, reprodução de áudio ou legendas e descompactadores. Como o público-alvo é de estudantes brasileiros no ensino médio, não existem metadados disponíveis com informação de idioma.

Os metadados utilizados no repositório permitem a busca por qualquer combinação de Título, Descrição, Palavras-chave, Tipo de Objeto, Público-alvo, Autor e Data da Publicação através de um serviço de busca disponível no *site* do projeto.

## 3.2 Rede Interativa Virtual de Educação (Rived)

O RIVED<sup>4</sup> Rede Interativa Virtual de Educação conforme (SEED, 2008) é um programa da Secretaria de Educação a Distância - SEED do Ministério da Educação, que tem por objetivo a produção de conteúdos pedagógicos digitais, na forma de objetos de aprendizagem. Promove a produção e publica na WWW os conteúdos digitais para acesso gratuito, capacita sobre a metodologia para produção e utilização de OAs nas instituições de ensino superior e na rede pública de ensino.

Os objetos de aprendizagem produzidos pelo RIVED são atividades multimídia, interativas, na forma de animações e simulações e ficam armazenados num repositório onde podem ser acessados via página de busca. Os objetos são públicos e estão sendo gradativamente licenciados de forma flexível.

Os objetos disponibilizados pelo RIVED necessitam para a sua correta exibição *plugins* para leitura de arquivos padrão PDF e exibição de arquivos em formato *Flash* e *Java Runtime* para o navegador utilizado. Essa informação não consta dos metadados disponíveis. Os metadados utilizados pelo RIVED são um subconjunto de metadados do IEEE LOM e permitem possíveis buscas por nível de ensino, área de conhecimento e palavras chave.

## 3.3 Projeto OE3

O Projeto Objetos Educacionais para Engenharia de Estruturas (OE3/e-Tools)<sup>5</sup> visa o desenvolvimento de OAs como apoio para uma rede de ensino e aprendizagem em Engenharia de Estruturas e um dos objetivos básicos do projeto é o de compartilhar experiências com outras instituições que também desenvolvem trabalhos nessa área, com fins de cooperação e parcerias (CESEC, 2008). Os objetos armazenados no repositório do projeto são descritos através dos metadados LOM do IMS [IMS, 2006]. O IMS, atualmente, adota o padrão LOM do IEEE, através de mapeamento semântico.

---

<sup>4</sup><http://www.rived.mec.gov.br/>

<sup>5</sup><http://www.cesec.ufpr.br/etools/oe3/>

### 3.4 Coletânea de Entidades de Suporte ao Uso de Tecnologia na Aprendizagem (CESTA)

O Projeto Coletânea de entidades de suporte ao uso de tecnologia na aprendizagem (CESTA)<sup>6</sup> foi criado para organizar OAs desenvolvidos pela equipe de Pós-Graduação em Informática na Educação e do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED) da UFRGS. Compreende videoconferências e objetos criados para cursos de capacitação em Gerência de Redes e para o programa de Pós-Graduação *Lato-sensu* em Informática na Educação (CINTED, 2008).

A descrição dos objetos armazenados utiliza um subconjunto de metadados baseado no padrão IEEE LOM o que permite a sua pesquisa e recuperação por diferentes critérios utilizando-se um serviço de registro e catalogação de objetos educacionais baseado em um serviço de diretório. Os vídeos utilizados nos OAs são indexados conforme o padrão MPEG-7 (ISO/IEC, 2004).

### 3.5 Considerações sobre os repositórios brasileiros de OAs

Pode-se observar que todos os repositórios, a despeito de utilizarem subconjuntos de metadados segundo padrões estabelecidos como o IMS ou o LOM, não foram projetados visando a integração com outros repositórios e não possuem recursos para a anotação colaborativa de seu conteúdo. A pesquisa em cada um dos repositórios exige a utilização de um formulário próprio de pesquisa com diferentes configurações e opções.

As estratégias para a integração de repositórios de OAs utilizadas internacionalmente compreendem, via de regra, a adoção de um padrão de metadados comum ou a customização de um padrão para as características dos repositórios com a escolha de itens de metadados considerados relevantes para a utilização em comum. Essas estratégias podem ser aplicadas ao cenário brasileiro de repositórios de OAs possibilitando a interoperabilidade de repositórios e o aumento da disponibilidade de OAs.

---

<sup>6</sup><http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/>

## 4 SERVIÇO DE DIRETÓRIO

Este capítulo apresenta o Serviço de Diretório como alternativa para o armazenamento de OAs e metadados, descreve sua arquitetura e funcionamento, apresenta o protocolo utilizado para a comunicação com o serviço e as ferramentas para busca em diretórios.

### 4.1 Serviço de Diretório como Repositório de Metadados

O crescimento e interconexão das redes de computadores trouxeram diversos desafios. A simples troca da senha de um usuário que era efetuada localizando-se a conta do usuário em um pequeno arquivo no formato texto atualmente envolve a localização da conta do usuário através de uma busca por diversos repositórios em localidades distintas.

Atividades triviais em redes com poucos usuários e geograficamente restritas deram lugar a tarefas complexas como encontrar todas as contas de usuários que estão bloqueadas em uma rede que abrange milhares de objetos em diversos países. Para auxiliar a solucionar esses desafios foram desenvolvidos serviços de rede como o serviço de diretório.

Um serviço de diretório é um banco de dados distribuído, possuindo em seu *Schema* uma coleção de classes de objetos de rede e seus atributos como usuários e respectivos nomes, senhas, números de telefone, endereços dentre outros atributos. Os *Schemas* são editáveis, isto é, podem ser modificados com o acréscimo, alteração e/ou remoção de objetos existentes e atributos. Cabe ao serviço de diretório servir como ponto de acesso centralizado para o armazenamento, localização, gerenciamento e manutenção de objetos em redes de computadores. Na Figura 3 pode-se observar um objeto da classe usuário (UserObject) no serviço de diretório Active Directory da Microsoft (MICROSOFT, 2003) e alguns de seus atributos.

Para poder desempenhar suas funções o serviço de diretório deve criar uma estrutura de replicação entre suas diversas instâncias e oferecer interfaces seguras com autenticação e controle de acesso para que os objetos armazenados possam ser localizados e utilizados.

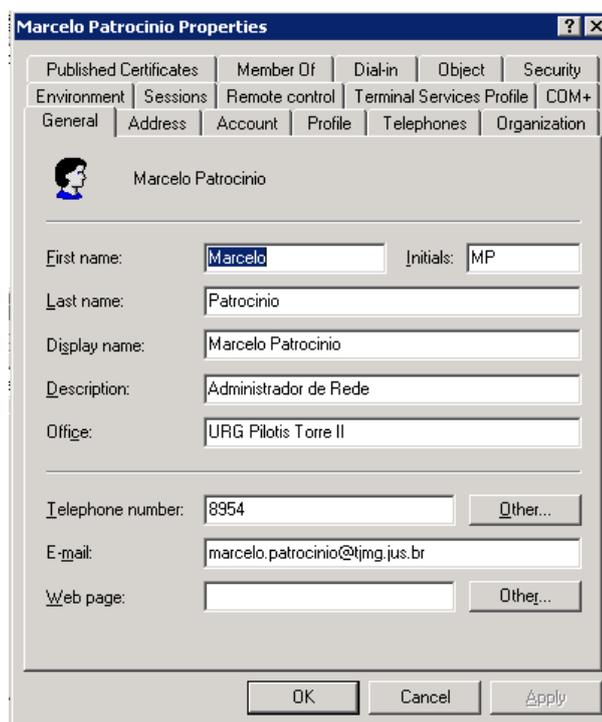


Figura 3: Um objeto da classe usuário e atributos no serviço de diretório.  
Fonte: Microsoft Active Directory.

A implementação de segurança permite que o controle administrativo de objetos seja delegado, possibilitando ao administrador do serviço de diretório a edição da lista de controle de acesso de quaisquer componentes do serviço de diretório atribuindo privilégios a qualquer outro objeto do tipo usuário ou grupo existente no banco de dados do diretório. Na Figura 4 apresenta-se o resultado de uma busca em todo o serviço de diretório por um usuário de atributo nome igual a t0063495. Com o conjunto de resultados retornado pode-se efetuar quaisquer tarefas para as quais se tenha privilégios como: redefinir a senha, alterar atributos do usuário ou, até mesmo, excluir os objetos retornados.

Na Figura 5 pode-se observar a delegação da permissão na sub-árvore de diretório denominada “Informatica” com a atribuição de todas as permissões na lista de controle de acesso aplicada a um objeto do tipo usuário denominado Marcelo Patrocínio. Na implementação padrão de um Serviço de Diretório as permissões aplicadas são automaticamente transmitidas (herdadas) para os objetos da(s) sub-árvore(s).

Diversas implementações de serviços de diretório foram desenvolvidas para possibilitar o gerenciamento de redes de computadores e dar suporte a aplicações como o Novell Directory Services (NDS) e o eDirectory da Novell, Windows NT Directory Services NTDS e Active Directory da Microsoft, o Network Information Service (NIS) da Sun Microsystems

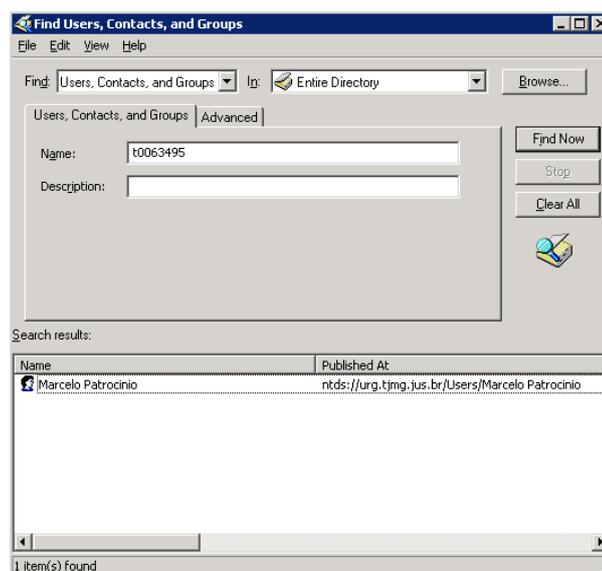


Figura 4: Serviço de localização de objetos no serviço de diretório.  
Fonte: Microsoft Active Directory.

e o openLDAP desenvolvido de forma comunitária e de código fonte aberto.

#### 4.1.1 Recomendação X.500 - O Serviço de Diretório

O ITU-T *International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector* aprovou em 1997 um conjunto de recomendações (X.500 a X.521 inicialmente) (ITU-T, 1997) que especificaram o *Directory Service* (Serviço de Diretório) definido por um banco de dados especializado, distribuído e hierárquico projetado para atender às diversas necessidades encontradas na interconexão de sistemas. A recomendação X.500 foi publicada como o padrão internacional ISO/IEC 9594-1.

De acordo com o Anexo A da recomendação o serviço de diretório foi originalmente especificado para:

“mapeamento entre nomes lógicos e físicos, permitir a utilização de nomes amigáveis ao invés de endereços OSI, suportar o conceito de grupos, conter informações sobre serviços de rede, permitir aos usuários a navegação por uma sub-árvore do diretório, prover um serviço de páginas amarelas e prover um serviço de informações de negócio.”.

Para interagir com um diretório os usuários (sejam humanos ou programas) utilizam um

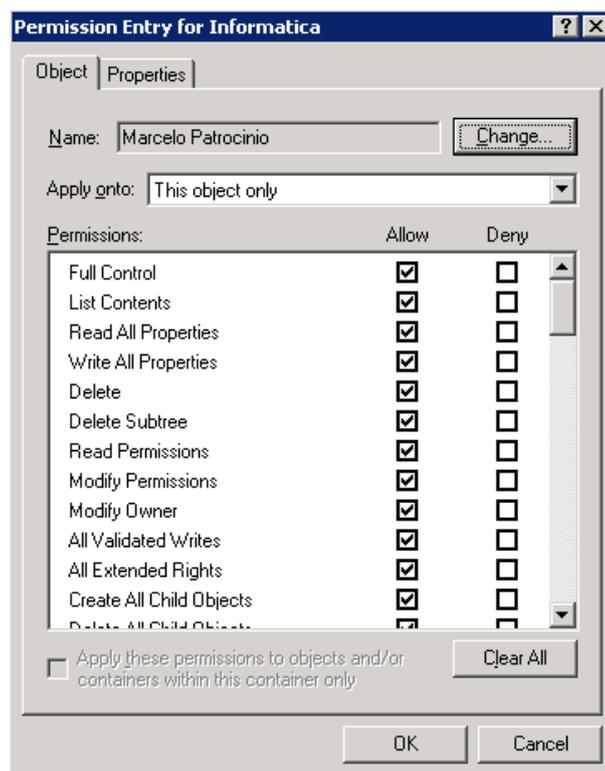


Figura 5: Aplicação de permissões no serviço de diretório.  
Fonte: Microsoft Active Directory.

DUA (*Directory User Agent*)<sup>1</sup> que, por sua vez, pode ler ou modificar informações na DIB (*Directory Information Base*)<sup>2</sup> através de um DSA (*Directory System Agent*)<sup>3</sup>. A DIB compõe-se de entradas que são coleções de informações sobre um objeto do diretório, com atributos referentes às classes de objetos representadas.

As entradas da DIB são organizadas em uma estrutura em forma de uma árvore denominada DIT (*Directory Information Tree*)<sup>4</sup>.

Pode-se observar na Figura 6 uma árvore de diretório hipotética que se ramifica por dois atributos geográficos de país “US” e “GB” com objetos de diversas classes.

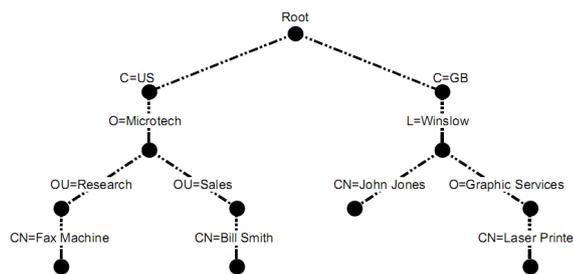
Um *Schema* do diretório possui as regras (hierarquia de classes, atributos das classes e tipos permitidos) que garantem a integridade da DIB. A recomendação X.500 estabelece os serviços que são providos aos usuários (mediados por seus DUAs) que envolvem a conexão (*bind*) na forma de serviços de autenticação e autorização, controles de serviço para impor limitações no uso de recursos, parâmetros de segurança, filtros para especificar

<sup>1</sup>Agente de Usuário de Diretório

<sup>2</sup>Base de Informações de Diretório

<sup>3</sup>Agente de Sistema de Diretório

<sup>4</sup>Árvore de Informações de Diretório

Figura 6: *Directory Information Tree*.

Fonte: ITU-T Rec. X.511

as porções da árvore de diretório ou escopo das operações que serão efetuadas e serviços para consultar o diretório (*interrogation*).

São definidos serviços para a leitura, comparação, pesquisa, adição e modificação de entradas, obtenção de referências e relatórios de erros.

#### 4.1.2 LDAP

Um protocolo para acesso a diretórios denominado *Directory Access Protocol*<sup>5</sup> (DAP) foi especificado através da recomendação X.511 em 1988 e adotado pelo modelo de referência OSI. Entretanto, com o estabelecimento da pilha TCP/IP como o padrão *de facto* de protocolos para redes de computadores e o crescimento da Internet, a necessidade de protocolos simples e baseados em padrões abertos sobre a pilha TCP/IP levaram ao desenvolvimento do *Lightweight Directory Access Protocol*<sup>6</sup>.

Conforme (IETF, 2006b) o LDAP é “um protocolo da Internet para acesso a serviços de diretório distribuídos de acordo com os modelos de dados e serviços X.500”. O LDAP, portanto, é um protocolo para acesso a serviços de diretório X.500 através de um *gateway* denominado LDAP *Server* bem como serviços de diretório de acordo com o modelo de dados e serviços X.500.

Existem implementações do LDAP onde o *Server* implementa a funcionalidade do serviço de diretório X.500, o que é invisível ao cliente conforme se observa na Figura 7. A interação entre cliente LDAP e LDAP *Server* é feita através de três etapas. Na primeira etapa é realizado o estabelecimento de uma sessão denominado por *binding* (conexão) que é um procedimento que pode ser passível ou não de autenticação.

O LDAP aceita os protocolos de autenticação TLS (*Transport Layer Security*) (IETF,

<sup>5</sup>Protocolo para Acesso a Diretório

<sup>6</sup>Protocolo Leve para Acesso a Diretórios.

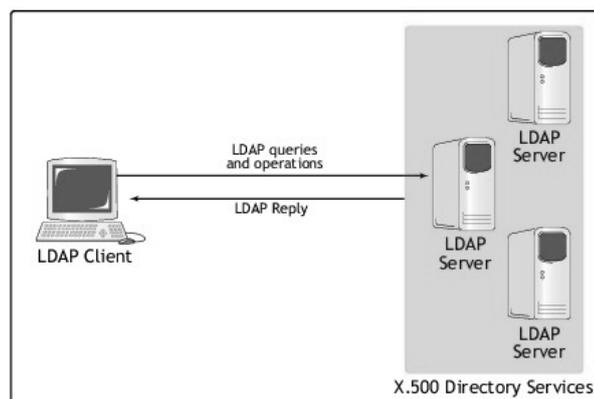


Figura 7: O LDAP Server.

Fonte: *Developer Novell Training and Education*.

2008) e SASL (*Simple Authentication and Security Layer*) (IETF, 2006c) existentes na pilha TCP/IP e, na segunda etapa, podem ser realizadas consultas que efetuam leituras ou atualizações ao diretório. Na terceira e última etapa, denominada *unbinding*<sup>7</sup>, é realizada a finalização da sessão.

Os padrões de infra-estrutura dos serviços de diretório especificam também um modelo onde é possível implementar replicação tanto por uma questão de desempenho, aproximando os dados de seus consumidores, quanto para aumentar a tolerância a falhas com a utilização de cópias redundantes.

Um serviço de diretório baseado no padrão X.500 e acessado através de um cliente LDAP constitui-se numa alternativa para o armazenamento de objetos não relacionados pois é independente de plataforma e sistema operacional e permite a replicação da base de dados de diretório.

Todas essas características aplicam-se ao cenário de armazenamento e recuperação de OAs armazenados em diferentes repositórios de diversas arquiteturas e plataformas na Internet e em redes locais privadas onde seus metadados são pesquisados com frequência maior que alterados. O *Schema* padrão dos serviços de diretório pode ser estendido de forma a incluir uma classe de objetos para representar OAs e seus atributos de metadados.

### 4.1.3 Busca em Diretórios

A busca por objetos em um serviço de diretório requer a utilização do protocolo LDAP. É necessário o estabelecimento de uma conexão ao serviço de diretório e que

---

<sup>7</sup>Desconexão

sejam emitidos comandos através dessa conexão.

Uma busca por um objeto do tipo usuário de nome iniciado por “Marcelo”, na cidade de nome iniciado por “Belo” no país de nome iniciado por “Brasil” escrita em LDAP seria:

```
(&(objectCategory=user)(cn=Marcelo*)(l=Belo*)(co=Brasil*))
```

Foram desenvolvidas diversas ferramentas para a geração e execução de consultas LDAP e, também, exibição de resultados. O projeto OpenLDAP <sup>8</sup> possui uma chamada em seu conjunto de bibliotecas denominada `ldap_search(3)` que pode ser utilizada através comando do *shell* “`ldapsearch`”. Esta chamada estabelece conexão com o servidor que utiliza LDAP e efetua uma pesquisa utilizando um filtro definido pelo usuário. A SUN

```
Dn: CN=Computers,DC=urg,DC=tjmg,DC=jus,DC=BR
changetype: add
objectClass: top
objectClass: container
cn: Computers
description: Default container for upgraded computer accounts
distinguishedName: CN=Computers,DC=urg,DC=tjmg,DC=jus,DC=br
instanceType: 4
whenCreated: 20081205173744.0Z
whenChanged: 20081211163658.0Z
uSNCreated: 7093
uSNChanged: 7093
name: Computers
objectGUID: 75E6M1HkFkC3sDF9qQwT5w==
systemFlags: -1946157056
objectCategory: CN=Container,CN=Schema,CN=Configuration,DC=urg,DC=tjmg,DC=jus,DC=br
isCriticalSystemObject: TRUE

dn: CN=System,DC=urg,DC=tjmg,DC=jus,DC=br
changetype: add
objectClass: top
objectClass: container
cn: System
description: Built-in system settings
distinguishedName: CN=System,DC=urg,DC=tjmg,DC=jus,DC=br
instanceType: 4
whenCreated: 20081205173744.0Z
whenChanged: 20081211163658.0Z
uSNCreated: 7094
uSNChanged: 7094
name: System
objectGUID: fnPaKHFxFkSJl+nEsc74TA==
systemFlags: -1946157056
objectCategory: CN=Container,CN=Schema,CN=Configuration,DC=urg,DC=tjmg,DC=jus,DC=br
```

Figura 8: Um arquivo em formato LDIF.

Fonte: Dados da pesquisa.

Microsystems possui um kit para desenvolvimento de software denominado SUN ONE LDAP SDK (*Software Development Kit*) (SUN, 2008) para as linguagens C e Java que possui uma ferramenta para busca em diretórios denominada `ldapsearch` também capaz de estabelecer uma conexão com um serviço de diretório e efetuar uma pesquisa utilizando um filtro e retornando o resultado em formato LDIF (*LDAP Data Interchange Format*)<sup>9</sup>. O LDIF conforme (IETF, 2006a) consiste em um arquivo em formato texto com uma ou mais entradas de diretório separadas por uma linha em branco. Cada entrada em LDIF

<sup>8</sup><http://www.openldap.org/>

<sup>9</sup>Formato de Intercâmbio de Dados LDAP

possui uma identificação opcional (“ID”), um nome distinto obrigatório, uma ou mais classes de objetos e diversas definições de atributos.

Na Figura 8 podem-se observar dois objetos retornados por uma pesquisa em um serviço de diretório em formato LDIF. As ferramentas que utilizam o formato LDIF são capazes de exportar e importar informações de um Diretório desde que estejam em conformidade com o *Schema* e seja estabelecida uma conexão com as credenciais adequadas.

Além das implementações de LDAP possuem ferramentas para pesquisa no diretório é possível a criação de interfaces com formulários na Web para busca de objetos e navegação em árvores de diretório com interação direta de usuários ou através de Serviços Web.

## 5 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo são apresentados trabalhos relacionados, suas contribuições e aspectos negativos.

Yang e Chen (YANG; CHEN, 2007) propuseram a utilização de um arcabouço para *e-learning* com a utilização de tecnologias da Web semântica como ontologias e vocabulário compartilhado para a anotação semântica de *learning designs*<sup>1</sup> (LDs) com a utilização de um contexto de reusabilidade que associa LDs e OAs através de ligações entre seus metadados. O arcabouço proposto compõe-se de três módulos básicos:

- Módulo de anotação. Os OAs recebem anotação semântica;
- Navegação. Os OAs são exibidos aos aprendizes em ambientes apropriados segundo o contexto pedagógico;
- Combinação. Procura-se associar OAs aos LDs segundo regras de casamento.

Qin e Hernández (QIN; HERNÁNDEZ, 2006) propuseram uma ontologia denominada *Learning Object Vocabulary* (LOV), após uma análise dos principais padrões de metadados em utilização e um estudo de 14 OAs e cerca de 500 componentes utilizados nos metadados desses objetos. Em seu trabalho combinam a visão estrutural dos OAs que reflete a estrutura dos programas acadêmicos, o aspecto funcional que é a visão de uma unidade de estudo contendo conceitos, práticas e avaliações e a visão de produção que lida com os aspectos de busca, combinação, exibição, escolha de tipo de mídia e formato.

Kalfoglou, Hu e Reynolds (KALFOGLOU; HU; REYNOLDS, 2005) destacam a necessidade de interoperabilidade entre ontologias (mapeamento de ontologias) para sistemas educacionais baseados na Web certificados e desenvolvidos por usuários, maximizando dessa forma sua aceitação e utilização.

---

<sup>1</sup>Projetos de aprendizagem

Críticas relacionadas à especificação de metadados e composição de objetos de aprendizagem são apresentadas por Nitto e Tedesco (NITTO E.; TEDESCO, 2005) que propõem melhoramentos na maneira de estruturar objetos de aprendizagem e mecanismos recursivos para sua composição. Segundo Nitto e Tedesco “a definição de metadados apropriados pode dar suporte não apenas à navegação e reutilização de OAs, mas também à instalação e execução dos mesmos.”.

Al Khalifa e Davis (AL-KHALIFA; DAVIS, 2007) propõem a utilização de recursos de folksonomia para criar metadados estruturados a partir de etiquetas de folksonomia. Desenvolvem uma ferramenta denominada *FolksAnnotation Tool* que extrai etiquetas de um *site* que utiliza folksonomia (Del.icio.us) e submete as etiquetas obtidas a um processo de normalização para que possam ser utilizadas para preencher as informações de metadados. A anotação efetuada através da ferramenta é, posteriormente, comparada à anotação realizada por um especialista humano.

Duval (DUVAL, 2004) em seu artigo “We´re on the Road to...” direciona esforços de pesquisa para o seu *slogan* “*Electronic forms must die*” (“Formulários eletrônicos devem morrer”), advogando que o preenchimento de formulários extensos de metadados deve ser substituído por anotação automática e utilização de recursos de recomendação social.

Totkov e outros (TOTKOV et al., 2008) efetuaram uma análise da padronização em *e-learning* na Bulgária. Enfatizam o desenvolvimento e utilização de padrões nacionais que estejam em conformidade com os padrões e especificações internacionais para maximizar a interoperabilidade possibilitando:

- Produção de cursos independentemente de plataforma ou LMS;
- Reutilização de ferramentas e conteúdo;
- Customização e seqüenciamento de conteúdo;
- Busca de conteúdo educacional em diferentes ambientes;
- Adaptação de um mesmo projeto em diferentes contextos.

Consideram a interoperabilidade entre diversos padrões e especificações de metadados uma questão ainda não resolvida e apontam para o desenvolvimento de um modelo de dados comum como solução a longo prazo.

Ochoa e Duval (OCHOA; DUVAL, 2006) propõem a utilização de metadados contextualizados de atenção para OAs, que são metadados obtidos durante a sua utilização,

através do registro cronológico das ações dos usuários, quais ferramentas foram utilizadas e quais outras tarefas estavam sendo executadas simultaneamente. Consideram a utilização de metadados contextualizados de atenção como mais uma alternativa possível além da classificação manual (quando os objetos são recomendados ou classificados por seres humanos) e da classificação através da similaridade com termos utilizados em consultas.

Bolettieri e outros (BOLETTIERI et al., 2007) afirmam que a anotação semântica manual de repositórios digitais é uma tarefa dispendiosa e demorada. Consideram a anotação “de forma automática, embora sujeita a erros, como a única maneira de tornar conteúdo audiovisual acessível”. Apresentam um protótipo de ferramenta automática para anotação semântica que faz associação de metadados obtidos de apresentações e documentos em vídeo, obtendo metadados utilizando título e texto de *slides* dos documentos da apresentação e descritores MPEG-7 de documentos em vídeo.

Heath e outros (HEATH et al., 2005) através de um estudo de modelos de metadados derivados do LOM e mapeamento entre os metadados LOM e Dublin Core verificaram

“que dos 15 elementos básicos da recomendação Dublin Core apenas dois: *identifier* e *creator* representavam 50% da utilização dos elementos. No total, os 7 elementos mais utilizados - *creator*, *identifier*, *title*, *date*, *type*, *subject* e *description* - representavam mais de 70% dos elementos registrados”

. Foi constatado que metade dos fornecedores dos dados não preencheu nenhum dos elementos de metadados restantes.

O estudo também afirma que a maioria dos elementos considerados úteis da especificação LOM estão na recomendação Dublin Core ou podem ser mapeados para esta. “Itens de metadados (que não existem no Dublin Core) podem ser úteis, todavia não foram encontradas evidências suficientes que justifiquem sua utilização.”.

Conforme Skår (SKÅR; HEIBERG; KONGSLI, 2003), o Ministério da Educação do governo Norueguês efetuou pesquisas para o estabelecimento de um portal nacional para sua rede educacional. Após um levantamento dos recursos e iniciativas educacionais disponíveis foi desenvolvido um perfil de aplicação baseado no padrão LOM que utiliza um subconjunto de 21 elementos de metadados.

Neven e Duval (NEVEN; DUVAL, 2002) em uma avaliação de repositórios de objetos de aprendizagem baseados em LOM, destacam, como um dos principais atributos para que um repositório seja útil a obtenção de uma “massa crítica” de material de aprendizagem e apontam a interconexão de repositórios como a melhor maneira para atingir esse volume

de conteúdo. Sugerem estratégias de *peer reviewing*<sup>2</sup> para anotação e avaliação de objetos e a criação de um espaço pessoal de trabalho para que os usuários preencham com objetos do repositório possibilitando a personalização e sugestão de objetos em função dos objetos já utilizados ou pesquisados pelo usuário.

Anacleto e outros (ANACLETO et al., 2008) avaliaram comparativamente ferramentas para desenvolvimento de material de aprendizagem e observaram que “apenas 33% das ferramentas permitem a inserção de metadados aos objetos editados na ferramenta ou adicionados ao material de aprendizagem.”

Heery e outros (HEERY et al., 2005) propõem a utilização de um *Metadata Registry*, ponto centralizado e compartilhado para registro de itens de metadados, onde os perfis de aplicação sejam compartilhados, reforçando a uniformidade e evitando a duplicação de esforços com suporte à navegação por humanos e consultas através da utilização de uma API.

Tabela 4: Trabalhos Relacionados: Contribuições e Aspectos Negativos

Trabalhos Relacionados	Contribuições	Aspectos Negativos
(YANG; CHEN, 2007)	Utilizam tecnologias de Web semântica	Modelo conceitual de difícil implementação
(QIN; HERNÁNDEZ, 2006)	Combinam as diversas visões de OAs. Testam o modelo comparando os termos utilizados por um especialista da área e um usuário comum	Não consideram recursos de anotação social
(KALFOGLOU; HU; REYNOLDS, 2005)	Destacam a participação dos consumidores dos dados na criação e certificação de ontologias	Não identificação

Continua na próxima página

<sup>2</sup>Revisão por pares

Tabela 4: Trabalhos Relacionados: Contribuições e Aspectos Negativos

Trabalhos Relacionados	Contribuições	Aspectos Negativos
(NITTO E.; TEDESCO, 2005)	Demonstram os desafios para a reutilização de OAs em função de seus metadados que impõem limitações ao reaproveitamento e composição de objetos	Não consideram recursos de anotação social
(AL-KHALIFA; DAVIS, 2007)	Propõem uma ferramenta que normaliza etiquetas e gera metadados de forma automática	Utilizam apenas anotação social
(DUVAL, 2004)	Propõe anotação automática de objetos e utilização de recursos de anotação social	Não considera metadados ou padrões estabelecidos
(OCHOA; DUVAL, 2006)	Propõem a utilização de metadados contextuais	Não identifica- dos
(BOLETTIERI et al., 2007)	Apresentam protótipo para anotação automática	Restrito a vídeos e apresentações em formato proprietário
(HEATH et al., 2005)	Verificam quais itens de metadados são efetivamente utilizados em diversos padrões	Não identifica- dos

Continua na próxima página

Tabela 4: Trabalhos Relacionados: Contribuições e Aspectos Negativos

Trabalhos Relacionados	Contribuições	Aspectos Negativos
(SKÅR; HEIBERG; KONGSLI, 2003)	Desenvolvem um perfil de aplicação baseado no LOM	Não identificados
(NEVEN; DUVAL, 2002)	Fazem um estudo de diversos repositórios de OAs. Propõem a utilização de <i>peer reviewing</i>	Não identificados
(ANACLETO et al., 2008)	Avaliam ferramentas para desenvolvimento de OAs. Observam que as ferramentas necessitam de suporte para anotação semântica	Não identificados
(HEERY et al., 2005)	Utilização de um <i>registry</i> para armazenar metadados	Não identificados

A Tabela 4 apresenta diversas propostas para a geração e utilização de metadados de OAs. As propostas reconhecem as dificuldades na utilização dos padrões existentes como as deficiências e a falta de ferramentas para anotação e apontam para tendência a customização de padrões e utilização de recursos de anotação colaborativa. Conforme Duval (DUVAL, 2004), a tarefa de se efetuar a anotação de OAs de forma colaborativa torna-se cada vez mais atraente, em função da quantidade de objetos e metadados e da possibilidade de se extrair metadados das anotações efetuadas por usuários e sob a ótica dos mesmos.

## 6 MODELO PROPOSTO

Este capítulo apresenta a proposta de um modelo de dados, um protótipo de repositório e uma aplicação cliente para utilizar o modelo proposto. O repositório foi povoado através de uma amostra de metadados obtidos dos quatro maiores repositórios brasileiros de OAs, estudados no Capítulo 3. Posteriormente foram efetuadas consultas no repositório e anotações aos OAs retornados.

### 6.1 Conjunto de Metadados e Anotação Social

Conforme observado no Capítulo 3, a despeito de utilizarem modelos de metadados baseados em padrões internacionais, cada um dos principais repositórios brasileiros de aprendizagem estudados neste trabalho (LabVirt, CESTA, OE3 e RIVED) adota um conjunto de metadados diferente. Nem todos os itens de metadados dos padrões adotados são efetivamente utilizados e apenas um conjunto restrito de metadados pode ser utilizado para se efetuar buscas por OAs. A Tabela 5 exhibe o conjunto de metadados utilizado em cada um dos repositórios.

Tabela 5: Conjunto de Metadados Utilizados nos Repositórios Estudados.

LabVirt	RIVED	CESTA	OE3
		ID	<i>Identifier</i>
Título	Título do conteúdo/objeto	Título	<i>Title</i>
Descrição		Descrição	<i>Description</i>
Palavras-chave		Palavra chave	
		Idioma	
Público alvo	Nível	Usuário final esperado	

Continua na próxima página

Tabela 5: Conjunto de Metadados Utilizados nos Repositórios Estudados.

LabVirt	RIVED	CESTA	OE3
	Série	Ambiente de utilização	
		Faixa etária	<i>Typical age range</i>
			<i>Difficulty</i>
Áreas abordadas	Área de conhecimento		
	Identificação do conteúdo/objeto		
	Documentação do conteúdo		
		Tipo de interatividade	<i>Interactivity type</i>
	Tipo de conteúdo	Nível de interatividade	<i>Interactivity level</i>
		Tipo de recurso educacional	<i>Learning resource type</i>
			<i>Intended user role</i>
	Objetivos de aprendizagem		
	Conceitos		
	Pré-requisitos		
	Características do conteúdo		
	Contexto		
	Tempo previsto	Tempo de duração	<i>Duration</i>
	Método aluno		
	Método professor		

Continua na próxima página

Tabela 5: Conjunto de Metadados Utilizados nos Repositórios Estudados.

LabVirt	RIVED	CESTA	OE3
	Avaliação		
	Observações/comentários		
Direitos autorais	Licenciado	Requer paga- mento	<i>Copyright and other restricti- ons</i>
		Possui direito autoral	
		Condições de uso	<i>Rights</i>
			<i>Cost</i>
Instituição	Instituição	Entidade que contribuiu	<i>Contribute</i>
Autor Nome	Autor		
Email	Email		Vcard
Criação	Ano	Data da contri- buição	<i>Date</i>
		Tipo de contri- buição	
Última versão		Versão	<i>Version</i>
Situação		<i>Status</i>	<i>Status</i>
Fonte			
URL Animação		Localização do objeto	URI
			URL
	Tecnologia utili- zada	Tipo/Nome da tecnologia	<i>Requirement</i>
			<i>Minimum ver- sion</i>
		Formato	<i>Format</i>
		Tamanho	<i>Size</i>

Continua na próxima página

Tabela 5: Conjunto de Metadados Utilizados nos Repositórios Estudados.

LabVirt	RIVED	CESTA	OE3
		Histórico da in-	
		dexação mpeg7	

Fonte: Dados da pesquisa.

Foram obtidos todos os OAs (num total de 1025) e metadados disponíveis nos repositórios através da ferramenta DownThemAll<sup>1</sup>, que possibilita baixar de forma customizada todo o conteúdo selecionado através de filtros, dos *Websites* de cada projeto.

Após a avaliação dos metadados em utilização existentes foi proposto o conjunto de metadados apresentado na Tabela 6. O conjunto de metadados proposto pode ser caracterizado como um perfil de aplicação (DUVAL, 2004), pois se trata de uma seleção de metadados customizada para o contexto dos quatro maiores repositórios brasileiros de OAs com os seguintes objetivos:

- Ser simples e abrangente. Descrever adequadamente os objetos com o menor número possível de termos. Conforme Heath e outros (HEATH et al., 2005), uma parcela significativa de metadados disponíveis não é utilizada pelos fornecedores dos objetos;
- Enfatizar a reutilização dos OAs;
- Facilitar o mapeamento semântico entre os repositórios estudados, permitindo buscas em todos os repositórios;
- Utilizar metadados dos padrões existentes.

Ao conjunto de metadados proposto foram associados recursos para anotação social permitindo a atribuição de etiquetas e comentários aos objetos representados no repositório.

## 6.2 Protótipo

A natureza do serviço de diretório, que possui estrutura hierárquica e é otimizado para atuar como um serviço de localização de objetos levou ao desenvolvimento de uma

<sup>1</sup><http://www.downthemall.net/>

Tabela 6: Conjunto Proposto de Metadados

Metadado	Descrição
Título	Título do OA
Descrição	Descrição do objeto
Palavras-chave	Limitadas a capacidade do serviço utilizado
Público-alvo	Público-alvo primário do OA
Duração	hh:mm:ss
Direitos	Informações de licenciamento
Instituição	Instituição que produziu o objeto
Autor	Nome do autor
Email	Endereço de correio eletrônico do autor
Data	Data da criação do objeto
Versão	Número de controle de versão
Status	Se em desenvolvimento, indisponível ou disponível
URL	URL do OA
Tecnologia	Recursos tecnológicos mínimos para a exibição do conteúdo
Tamanho	Tamanho do objeto em <i>MBytes</i>

Fonte: Do Autor.

pequena base de dados em *SQL Server 2005 Express Edition*<sup>2</sup> para dar suporte à anotação colaborativa e de forma concorrente. O diagrama do banco de dados de anotações colaborativas encontra-se disponível na Figura 14 do Apêndice E.1.

Um protótipo foi criado para utilizar o modelo de dados proposto e sua arquitetura pode ser observada na Figura 9, que apresenta a aplicação cliente e sua interação com a camada de dados e com o usuário. Quando é necessária a recuperação de metadados (armazenados no serviço de diretório) é utilizado o protocolo LDAP. Para ler ou efetuar anotações são feitas consultas ao banco de dados utilizando linguagem SQL. São armazenados no banco de dados comentários em texto, etiquetas, número de downloads, nota do objeto e palavras-chave. A chave primária das tabelas é a identificação do OA utilizada no serviço de diretório e as tabelas foram projetadas visando o aperfeiçoamento do protótipo e adaptação para o funcionamento na Web.

Como repositório para metadados foi utilizado o Microsoft Active Directory Application Mode (ADAM), trata-se de uma implementação de serviço de diretório segundo o padrão LDAP que é executado como um serviço de usuário em sistemas operacionais para estações de trabalho Windows XP ou Vista, eliminando-se dessa forma a necessidade de instalação e configuração de sistemas operacionais servidores e serviços de sistema. A Figura 10 apresenta as etapas do processo de instalação do ADAM.

<sup>2</sup>Banco de dados para a plataforma Microsoft baseado em *Structured Query Language* padrão ANSI.

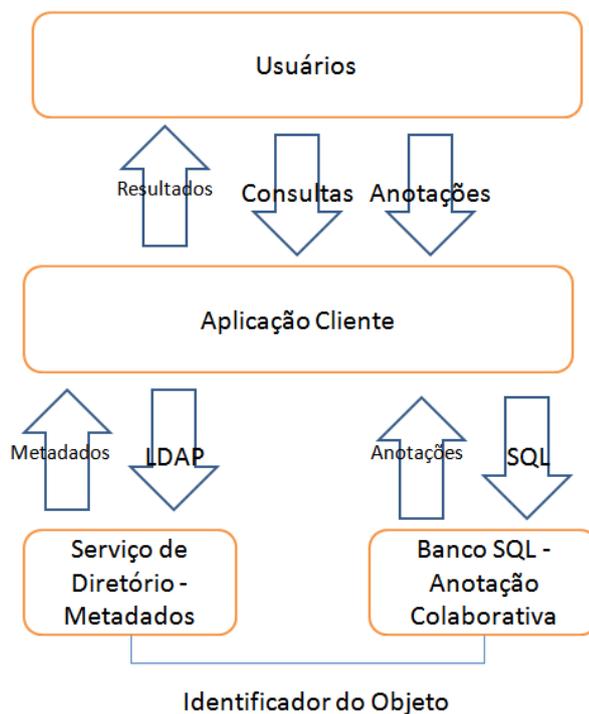


Figura 9: Inclusão de usuário no serviço de diretório.

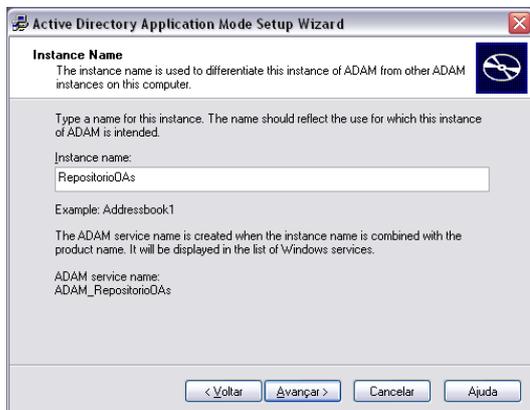
Por utilizar o padrão LDAP a conexão ao serviço de diretório é efetuada através dos protocolos da pilha TCP/IP sendo, portanto, independente de plataforma ou sistema operacional. A Figura 10b apresenta a configuração da porta LDAP (TCP 389) como porta a ser utilizada pelo serviço ADAM.

Foi criada uma Partição de Aplicação para armazenar os metadados de OAs conforme pode ser observado na Figura 11a e o serviço de diretório teve seu *Schema* modificado com a criação de uma nova classe de objetos denominada OA apresentada na Figura 11b que possui como atributos o conjunto de metadados proposto.

Foram atribuídas as permissões necessárias para possibilitar leitura e escrita na partição de aplicação do diretório através criação de um objeto da classe *User* e a atribuição desse usuário aos *roles* adequados.

A Figura 12 apresenta a criação de usuário no serviço de diretório. Os usuários podem ser internos ao serviço de diretório ou do sistema operacional como o usuário que efetuou *logon*.

Os metadados de uma amostra de OAs obtidos de cada um dos repositórios estudados foram colocada em um arquivo no formato LDIF e o arquivo foi importado pelo



(a) Instalação ADAM

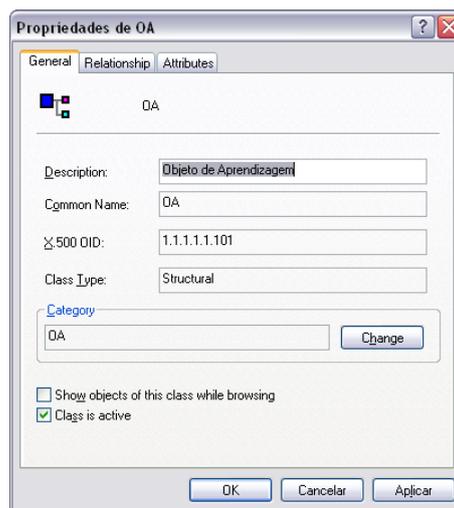


(b) Configuração da porta LDAP

Figura 10: Figura 10a Instalação do ADAM. Figura 10b Escolha da porta LDAP.  
Fonte: Microsoft ADAM.



(a) Criação da Partição de Aplicação



(b) Criação da Classe OA

Figura 11: Figura 11a Partição de Aplicação. Figura 11b Classe OA.  
Fonte: Microsoft ADAM.



Figura 12: Inclusão de usuário no serviço de diretório.  
Fonte: Microsoft ADAM.

diretório. Ao efetuar a inserção da amostra de metadados foi constatado que havia itens de metadados não preenchidos ou preenchidos de maneira equivocada como endereços de correio eletrônico incorretos ou inexistentes, informação sobre idioma e recursos técnicos incoerentes. Este fato é um fator que dificulta a automação do processo de obtenção dos metadados dos repositórios.

Foi criada uma aplicação cliente utilizando a linguagem C# para efetuar a conexão ao serviço de diretório, efetuar buscas, receber e exibir os metadados retornados possibilitando a busca no serviço de diretório implementado sem a necessidade da emissão de comandos diretamente utilizando o protocolo LDAP.

A conexão ao serviço de diretório é efetuada através das ADSI *Active Directory Services Interfaces* com a utilização de duas classes do *namespace* System.DirectoryServices: DirectoryEntry que encapsula um objeto do serviço de diretório e DirectorySearcher utilizada para a pesquisa.

A seguir é apresentado um trecho de código que retorna uma coleção de todos os objetos da classe OA e respectivos atributos do servidor LDAP local utilizando as credenciais de segurança de um usuário.

```
DirectoryEntry objOA = new DirectoryEntry
("LDAP://localhost/CN=MG,CN=OAs","cn=admin,cn=OAs", "admin",
AuthenticationTypes.None);
//A autenticação do tipo "none" indica que o serviço de diretório
```

```
//deve efetuar a autenticação através de
//autenticação básica "simple bind".

DirectorySearcher ds = new DirectorySearcher
//Pesquisando pelo OAs que possuam no atributo palavraschave
//a palavra-chavedigitada na caixa
//texto pesquisa em qualquer posição (*palavrachave*)
ds.Filter = "(&(objectCategory=OA)(PalavrasChave=*" +
Terra + "*))";
//Aplica o filtro: palavraschave contém o termo Terra em
//qualquer posição

resultado = ds.FindAll();
//Executa a busca e retorna a coleção de resultados
//para a variável Resultado.
```

Na Figura 13 pode se observar o formulário de anotação com o resultado de uma pesquisa com a pesquisa por palavras-chave. A pesquisa encontra um resultado e retorna os metadados através de uma consulta ao diretório. As demais anotações referentes ao objeto corrente são recuperadas do banco de dados através de uma consulta ao banco de dados SQL utilizando o identificador do objeto como critério para a busca e são exibidos os campos para anotação colaborativa.

O resultado das consultas é retornado como um objeto do tipo coleção que pode ser percorrido pelo usuário. Foram implementadas as funcionalidades de anotação de comentários, nota e etiquetas.

A utilização de recursos de anotação social possibilitou maneiras adicionais de navegação pelo repositório através da criação de consultas (disponíveis no Apêndice E.2) que retornam os objetos mais baixados, que receberam maior nota média e as etiquetas mais utilizadas além de permitir que usuários dos objetos registrem e consultem comentários que podem prover informações sobre os OAs armazenados e, posteriormente, organizados para a geração de metadados.

The screenshot displays the 'Pesquisa OA' application interface. The main search results are as follows:

Pesquisar	
Palavras-chave:	empuxo
Identificador:	Empuxo
Título:	Empuxo
Descrição:	Simulação que permite verificar os efeitos do em
Palavras-chave:	empuxo força elástica mola bloco diagrama peso
Público Alvo:	primeiro ano do ensino médio
Duração:	00:05:00
Direitos:	Domínio Público
Instituição:	Labvitt - Escola do Futuro - USP
Autor:	Mauro Kesselman, Cesar Nunes, Dietrich Schiel
E-mail:	cnunes@futuro.usp.br
Data:	08/09/2002
Versão:	1.0
Status:	Disponível
Url:	http://www.labvitt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/si
Tecnologia:	Flash
Tamanho:	56,5 KB

Additional interface elements include:

- Nota:** Nota: 15 (Atribuir Nota), Nota Média: 25 (Atualizar)
- Downloads / Visitas:** Nº Downloads: 3 (Download), Nº Visitas: 4 (Visitar)
- Etiqueta:** Etiquetas: [ ] (Adicionar). Lista de tags: Biologia, Ciências, Física (selecionada), Química. Botões: >, <, Adicionar Etiquetas.
- Comentário:** [ ] (Adicionar Comentário)
- Relatório Downloads**, **Relatório Notas**, **Fechar Anotações**
- 4 < > Anotações
- DAs encontrados: 1

Figura 13: Aplicação cliente.  
Fonte: Do Autor

## 7 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Tradicionalmente os OAs recebem anotação semântica através de metadados que são fornecidos por seus desenvolvedores. Neste trabalho foi proposto um modelo de dados para OAs utilizando metadados de padrões estabelecidos de forma customizada, através da criação de um perfil de aplicação, associado a recursos de anotação colaborativa. Dessa maneira foi possível conjugar recursos semânticos tradicionais (metadados) à anotação social para a anotação de OAs.

Foi implementado um protótipo de repositório de metadados utilizando o modelo proposto que foi alimentado por uma amostra de metadados de OAs dos principais repositórios brasileiros de OAs.

O repositório foi desenvolvido com a utilização de um serviço de diretório possibilitando o armazenamento e busca de OAs por seus metadados, como as anotações colaborativas podem ser efetuadas de forma concorrente e não possuem limitação de tamanho nem quantidade foi necessária a associação de um banco de dados relacional convencional para o armazenamento das mesmas.

A obtenção dos metadados dos OAs também apresentou desafios devido a ausência de metadados e erros encontrados nas anotações dos OAs. Todos os metadados disponíveis de forma pública de todos os repositórios estudados foram obtidos e utilizados para gerar uma amostra contendo metadados adequadamente preenchidos para alimentar o repositório.

Pode-se destacar que o processo de navegação e busca por OAs foi enriquecido e simplificado, uma vez que é possível a utilização de etiquetas de forma livre (o tamanho e quantidade de etiquetas não é limitado), a busca por etiquetas mais populares, a recomendação de OAs através de comentários e atribuição de notas e a utilização de um ponto único para a busca por OAs de todos os repositórios estudados em lugar da busca em cada um dos repositórios com a utilização de critérios e mecanismos distintos.

Como trabalhos futuros sugere-se:

- Implementar autenticação e controle de acesso ao repositório com o cadastramento dos usuários para controle de comentários e notas de OAs, permitindo o ranqueamento de objetos e colaboradores e controle na atribuição de notas e comentários;
- Implementar uma API de Serviços Web para o repositório, possibilitando a automação do processo de busca e cadastro de metadados;
- Automatizar o processo de obtenção de metadados dos repositórios estudados;
- Adicionar ao modelo proposto metadados para fornecer informações de Acessibilidade Web. Durante o processo de obtenção de OAs e metadados podem ser utilizadas ferramentas para verificação de conformidade com os padrões de acessibilidade;
- Extração de metadados e indexação dos comentários efetuados aos OAs no formato texto para permitir a busca por comentários.

## REFERÊNCIAS

- AL-KHALIFA, H.; DAVIS, H. Replacing the monolithic lom: A folksonomic approach. In: *Advanced Learning Technologies, 2007. ICALT 2007. Seventh IEEE International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2007. p. 665–669.
- ANACLETO, J. C. et al. How computers can help teachers to produce cultural sensitive web-based learning material. In: *IHC '08: Proceedings of the VIII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. Porto Alegre, Brazil, Brazil: Sociedade Brasileira de Computaç ao, 2008. p. 146–155. ISBN 978-85-7669-203-4.
- BARRIT C., L. D.; WEISELER, W. C. *Cisco Systems Reusable Information Object Strategy: Definition, Creation Overview and Guidelines*. 1999. Disponível em: <[http://www.cisco.com/warp/public/779/ibs/solutions/learning/whitepapers/el\\_cisco\\_rio.pdf](http://www.cisco.com/warp/public/779/ibs/solutions/learning/whitepapers/el_cisco_rio.pdf)>. Acesso em 28 Feb 2009.
- BITI. *Elaboração de tesouros documentários: tutorial*. 2009. Disponível em: <<http://www.conexaorio.com/bitit>>. BITI - Biblioteconomia, Informação e Tecnologia da Informação. Acesso em 15 Mar 2009.
- BOLETTIERI, P. et al. Automatic metadata extraction and indexing for reusing e-learning multimedia objects. In: *MS '07: Workshop on multimedia information retrieval on The many faces of multimedia semantics*. New York, NY, USA: ACM, 2007. p. 21–28. ISBN 978-1-59593-782-7.
- BREITMAN, K. K. *Web Semântica: A Internet do Futuro*. [S.l.]: LTC, 2005. 30-45 p.
- CESEC. *Objetos Educacionais para Engenharia de Estruturas*. 2008. Disponível em: <<http://www.cesec.ufpr.br/etools/oe3/>>. Acesso em 15 Jul 2008.
- CINTED. *Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendizagem*. 2008. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/cestadescr.html>>. Acesso em 10 Jul 2008.
- DCMI. *Dublin Core Metadata Initiative*. 2006. Disponível em: <<http://dublincore.org/>>. Acesso em 20 Set 2006.
- DUVAL, E. We're on the road to .... In: CANTONI, L.; MCLOUGHLIN C., e. (Ed.). *Proceedings of the ED-MEDIA 2004 World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*. [S.l.: s.n.], 2004. p. pp. 3-5.
- FRIESEN, N.; ROBERTS, A.; FISHER, S. *CanCore: Metadata for Learning Objects*. 2002.
- HEATH, B. P. et al. Metadata lessons from the ilumina digital library. *Commun. ACM*, ACM, New York, NY, USA, v. 48, n. 7, p. 68–74, 2005. ISSN 0001-0782.

- HEERY, R. et al. Jisc metadata schema registry. In: *JCDL '05: Proceedings of the 5th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries*. New York, NY, USA: ACM, 2005. p. 381–381. ISBN 1-58113-876-8.
- IEEE-LTSC. *P1484.12.1 , IEEE Learning Technology Standard Committee (LTSC) Standard for Learning Object Metadata (LOM)*. 2002. Disponível em: <<http://ltsc.ieee.org/wg12/par1484-12-1.html>>. Acesso em 20 Set 2006.
- IETF. *The LDIF Data Interchange Format (LDIF) - Technical Specification Road Map*. 2006. Disponível em: <<http://tools.ietf.org/html/rfc4510>>. Acesso em 20 Set 2006.
- IETF. *Lightweight Directory Access Protocol (LDAP): Technical Specification Road Map*. 2006. Disponível em: <<http://ltsc.ieee.org/wg12/par1484-12-1.html>>. Acesso em 20 Set 2006.
- IETF. *Simple Authentication and Security Layer (SASL)*. 2006. Disponível em: <<http://tools.ietf.org/html/rfc4422>>. Acesso em Nov 2008.
- IETF. *The Transport Layer Security (TLS) Protocol*. 2008. Disponível em: <<http://tools.ietf.org/html/rfc5246>>. Acesso em Nov. 2008.
- IMS. *Instructional Management Systems (IMS) Project*. 2006. Disponível em: <<http://www.imsglobal.org/metadata/index.html>>. Acesso em 20 Set 2006.
- ISO/IEC. *JTC1/SC29/WG11 Coding of Moving Pictures and Audio*. 2004. Disponível em: <<http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-7/mpeg-7.htm>>. Acesso em 24 Jul. 2008.
- ITU-T. *The Directory: Overview of concepts, models and services - X.500 Rec.* 1997.
- KALFOGLOU, Y.; HU, B.; REYNOLDS, D. On interoperability of ontologies for web-based educational systems. In: *In Proceedings of the Workshop on Interoperability of Web-based Educational Systems at the 14th International World Wide Web Conference*. [S.l.: s.n.], 2005.
- LABVIRT. *Laboratório Didático Virtual*. 2008. Disponível em: <<http://www.labvirt.fe.usp.br/>>. Acesso em 13 Jun 2008.
- MCGREAL, R. *Learning Objects: A Practical Definition*. 2004. Disponível em <<http://itdl.org>>. Acesso em 20 set. 2006.
- MICROSOFT. *Microsoft Corporation Windows Server 2003 Active Directory*. 2003. Disponível em: <<http://www.microsoft.com/windowsserver2003/technologies/directory/activedirectory/default.aspx>>. Acesso em 21 Abr. 2008.
- NEVEN, F.; DUVAL, E. Reusable learning objects: a survey of lom-based repositories. In: *MULTIMEDIA '02: Proceedings of the tenth ACM international conference on Multimedia*. New York, NY, USA: ACM, 2002. p. 291–294. ISBN 1-58113-620-X.
- NITTO E., D.; TEDESCO, R. *Improving Interoperability through better reusability*. Chiba, Japan: [s.n.], May 2005.

- NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. Technical Report, *Ontology Development 101: A Guide to creating your first Ontology Stanford*. 2000. Disponível em <<http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology101/ontology101-noy-cguinness.html>> Acesso 20 Jun. 2006.
- OCHOA, X.; DUVAL, E. Use of contextualized attention metadata for ranking and recommending learning objects. In: *CAMA '06: Proceedings of the 1st international workshop on Contextualized attention metadata: collecting, managing and exploiting of rich usage information*. New York, NY, USA: ACM, 2006. p. 9–16. ISBN 1-59593-524-X.
- O'REILLY, T. What is web 2.0 - design patterns and business models for the next generation software. In: *Communication & Strategies*. [S.l.: s.n.], 2005. p. 17–37. Disponível em: <<http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>>. Acesso em: 18 jun. 2008.
- QIN, J.; HERNÁNDEZ, N. Building interoperable vocabulary and structures for learning objects. *J. Am. Soc. Inf. Sci. Technol.*, John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA, v. 57, n. 2, p. 280–292, 2006. ISSN 1532-2882.
- SEED. *Rede Interativa Virtual de Educação*. 2008. Disponível em: <<http://rived.mec.gov.br/>>. Acesso em 17 Jul 2008.
- SKÅR, L. A.; HEIBERG, T.; KONGSLI, V. Reuse learning objects through lom and xml. In: *OOPSLA '03: Companion of the 18th annual ACM SIGPLAN conference on Object-oriented programming, systems, languages, and applications*. New York, NY, USA: ACM, 2003. p. 78–79. ISBN 1-58113-751-6.
- SUN. *Sun Microsystems Sun ONE Directory Server Resource Kit (Sun ONE DSRK)*. 2008. Disponível em: <<http://docs.kansun.dk/Sun/JavaEnterprise/DS5.5/816-6400-10/overview.html>>. Acesso em Nov. 2008.
- TOTKOV, G. et al. e-learning standardization – bulgaria: current status, issues and a possible solution. In: *CompSysTech '08: Proceedings of the 9th International Conference on Computer Systems and Technologies and Workshop for PhD Students in Computing*. New York, NY, USA: ACM, 2008. p. IV.2–1. ISBN 978-954-9641-52-3.
- TUZOVSKY, A.; BUBNOV, D.; KOZLOV, S. Multilingual thesauri development and application. In: *Science and Technology, 2003. Proceedings KORUS 2003. The 7th Korea-Russia International Symposium on*. [S.l.: s.n.], 2003. v. 2, p. 405–409 vol.2.
- WAL, T. V. *Folksonomy*. 2004. Disponível em: <<http://www.vanderwal.net/folksonomy.html>>. Acesso em Nov. 2008.
- YANG, W.; CHEN, X. Applying semantic web technologies to e-learning. In: *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2007. WiCom 2007. International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2007. p. 5415–5418.

## APÊNDICE A - METADADOS IEEE LTSC LOM

Fonte: (IEEE-LTSC, 2002)

Nr.	Name	Explanation
1	general	Groups information describing learning object as a whole.
1.1	identifier	Globally unique label for learning object.
1.2	title	Learning object's name.
1.3	catalogentry	Designation given to resource.
1.3.1	catalog	Source of following string value.
1.3.2	entry	Actual value.
1.4	language	Learning object's language (can be Language without Country subcode; implies intended language of target audience). "None" is also acceptable.
1.5	description	Describes learning object's content.
1.6	keyword	Contains keyword description of the resource.
1.7	coverage	Temporal / spatial characteristics of content (e.g., historical context).

1.8	structure	Underlying organizational structure of the resource.
1.9	aggregationlevel	The functional size of the resource.
2	lifecycle	History and current state of resource.
2.1	version	The edition of the learning object.
2.2	status	Learning object's editorial condition.
2.3	contribute	Persons or organizations contributing to the resource (includes creation, edits, and publication).
2.3.1	role	Kind of contribution.
2.3.2	entity	Entity or entities involved, most relevant first.
2.3.3	date	Date of contribution.
3	metametadata	Features of the description rather than the resource.
3.1	identifier	A unique label for the meta-data.
3.2	catalogentry	Designation given to the meta-data instance.
3.2.1	catalog	Source of following string value.
3.2.2	entry	Actual string value.
3.3	contribute	Persons or organizations contributing to the meta-data.
3.3.1	role	Kind of contribution.
3.3.2	entity	Entity or entities involved, most relevant first.
3.3.3	date	Date of contribution.

3.4	metadatascheme	Names the structure of the meta-data (this includes version).
3.5	language	Language of the meta-data instance. This is the default language for all LangString values.
4	technical	Technical features of the learning object.
4.1	format	Technical data type of the resource.
4.2	size	The size of the digital resource in bytes. Only the digits '0' - '9' should be used; the unit is bytes, not MBytes, GB, etc.
4.3	location	A location or a method that resolves to a location of the resource. Preferable Location first.
4.4	requirement	Needs in order to access the resource. If there are multiple requirements, then the logical connector is AND.
4.4.1	type	Type of requirement.
4.4.2	name	Name of the required item.
4.4.3	minimumversion	Lowest version of the required item.
4.4.4	maximumversion	Highest version of the required item.
4.5	installationremarks	Description on how to install the resource.

4.6	otherplatformrequirements	Information about other software and hardware requirements.
4.7	duration	Time a continuous learning object takes when played at intended speed, in seconds.
5	educational	Educational or pedagogic features of the learning object.
5.1	interactivitytype	The type of interactivity supported by the learning object.
5.2	learningresourcetype	Specific kind of resource, most dominant kind first.
5.3	interactivitylevel	Level of interactivity between an end user and the learning object.
5.4	semanticdensity	Subjective measure of the learning object's usefulness as compared to its size or duration.
5.5	intendedenduserrole	Normal user of the learning object, most dominant first.
5.6	context	The typical learning environment where use of learning object is intended to take place.
5.7	typicalagerange	Age of the typical intended user.
5.8	difficulty	How hard it is to work through the learning object for the typical target audience.

5.9	typicallearningtime	Approximate or typical time it takes to work with the resource.
5.10	description	Comments on how the learning object is to be used.
5.11	language	User's natural language.
6	rights	Conditions of use of the resource.
6.1	cost	Whether use of the resource requires payment.
6.2	copyrightandotherrestrictions	Whether copyright or other restrictions apply.
6.3	description	Comments on the conditions of use of the resource.
7	relation	Features of the resource in relationship to other learning objects.
7.1	kind	Nature of the relationship between the resource being described and the one identified by Resource (7.2).
7.2	resource	Resource the relationship holds for.
7.2.1	identifier	Unique Identifier of the other resource.
7.2.2	description	Description of the other resource.
7.2.3	catalogentry	Description of the other resource.
7.2.3.1	catalog	Source of following string value.
7.2.3.2	entry	Actual value.

8	annotation	Comments on the educational use of the learning object.
8.1	person	Annotator.
8.2	date	Date that the annotation was created.
8.3	description	The content of the annotation.
9	classification	Description of a characteristic of the resource by entries in classifications.
9.1	purpose	Characteristics of the resource described by this classification entry.
9.2	taxonpath	A taxonomic path in a specific classification.
9.2.1	source	A specific classification.
9.2.2	taxon	An entry in a classification. An ordered list of Taxons creates a taxonomic path, i.e. "taxonomic stairway": this is a path from a more general to more specific entry in a classification.
9.2.2.1	id	Taxon's identifier in taxonomic system
9.2.2.2	entry	Taxon's name or label (other than identifier)
9.3	description	A textual description of learning object relative to its stated purpose.
9.4	keyword	Contains keyword description of learning objective relative to its stated purpose.

## APÊNDICE B - MODIFICAÇÕES EFETUADAS PELO IMS AO IEEE LTSC LOM

Fonte: (IMS, 2006)

<b>Nr</b>	<b>Name</b>	<b>Explanation</b>	<b>Rationale</b>
1.6	keyword	Contains keyword description of the resource.	This element was renamed to <keyword> to more closely represent a semantically equivalent container for translations of the same keyword or phrases in various languages.
4.4	requirement	Needs in order to access the resource	This element was renamed to <requirement> to more closely represent a semantically equivalent container for different translations of the same requirement.
9.4	keyword	Contains keyword description of the resource.	This element was renamed to <keyword> to more closely represent a semantically equivalent container for translations of the same keyword or phrases in various languages.

## APÊNDICE C - ESPECIFICAÇÃO DETALHADA DOS METADADOS DCMI

Fonte: (DCMI, 2006)

Term Name: contributor

URI: <http://purl.org/dc/elements/1.1/contributor>

Label: Contributor

Definition: An entity responsible for making contributions to the resource.

Comment: Examples of a Contributor include a person, an organization, or a service. Typically, the name of a Contributor should be used to indicate the entity.

Term Name: coverage

URI: <http://purl.org/dc/elements/1.1/coverage>

Label: Coverage

Definition: The spatial or temporal topic of the resource, the spatial applicability of the resource, or the jurisdiction under which the resource is relevant.

Comment: Spatial topic and spatial applicability may be a named place or a location specified by its geographic coordinates. Temporal topic may be a named period, date, or date range. A jurisdiction may be a named administrative entity or a geographic place to which the resource applies. Recommended best practice is to use a controlled vocabulary such as the Thesaurus of Geographic Names [TGN]. Where appropriate, named places or time periods can be used in preference to numeric identifiers such as sets of coordinates or date ranges.

References: [TGN] <http://www.getty.edu/research/tools/vocabulary/tgn/index.html>

Term Name: creator

URI: <http://purl.org/dc/elements/1.1/creator>

Label: Creator

Definition: An entity primarily responsible for making the resource.

Comment: Examples of a Creator include a person, an organization, or a service. Typically, the name of a Creator should be used to indicate the entity.

Term Name: date

URI: <http://purl.org/dc/elements/1.1/date>

Label: Date

Definition: A point or period of time associated with an event in the lifecycle of the resource.

Comment: Date may be used to express temporal information at any level of granularity. Recommended best practice is to use an encoding scheme, such as the W3CDTF profile of ISO 8601 [W3CDTF].

References: [W3CDTF] <http://www.w3.org/TR/NOTE-datetime>

Term Name: description

URI: <http://purl.org/dc/elements/1.1/description>

Label: Description

Definition: An account of the resource.

Comment: Description may include but is not limited to: an abstract, a table of contents, a graphical representation, or a free-text account of the resource.

Term Name: format

URI: <http://purl.org/dc/elements/1.1/format>

Label: Format

Definition: The file format, physical medium, or dimensions of the resource. Comment: Examples of dimensions include size and duration. Recommended best practice is to use a controlled vocabulary such as the list of Internet Media Types [MIME].

References: [MIME] <http://www.iana.org/assignments/media-types/>

Term Name: identifier

URI: <http://purl.org/dc/elements/1.1/identifier>

Label: Identifier

Definition: An unambiguous reference to the resource within a given context.

Comment: Recommended best practice is to identify the resource by means of a string conforming to a formal identification system.

Term Name: language

URI: <http://purl.org/dc/elements/1.1/language>

Label: Language

Definition: A language of the resource.

Comment: Recommended best practice is to use a controlled vocabulary such as RFC 4646 [RFC4646].

References: [RFC4646] <http://www.ietf.org/rfc/rfc4646.txt>

Term Name: publisher

URI: <http://purl.org/dc/elements/1.1/publisher>

Label: Publisher

Definition: An entity responsible for making the resource available.

Comment: Examples of a Publisher include a person, an organization, or a service. Typically, the name of a Publisher should be used to indicate the entity.

Term Name: relation

URI: <http://purl.org/dc/elements/1.1/relation>

Label: Relation

Definition: A related resource.

Comment: Recommended best practice is to identify the related resource by means of a string conforming to a formal identification system.

Term Name: rights

URI: <http://purl.org/dc/elements/1.1/rights>

Label: Rights

Definition: Information about rights held in and over the resource.

Comment: Typically, rights information includes a statement about various property rights associated with the resource, including intellectual property rights.

Term Name: source

URI: <http://purl.org/dc/elements/1.1/source>

Label: Source

Definition: A related resource from which the described resource is derived.

Comment: The described resource may be derived from the related resource in whole or in part. Recommended best practice is to identify the related resource by means of a string conforming to a formal identification system.

Term Name: subject

URI: <http://purl.org/dc/elements/1.1/subject>

Label: Subject

Definition: The topic of the resource.

Comment: Typically, the subject will be represented using keywords, key phrases, or classification codes. Recommended best practice is to use a controlled vocabulary. To describe the spatial or temporal topic of the resource, use the Coverage element.

Term Name: title

URI: <http://purl.org/dc/elements/1.1/title>

Definition: A name given to the resource.

Comment: Typically, a Title will be a name by which the resource is formally known.

Term Name: type

URI: <http://purl.org/dc/elements/1.1/type> Label: Type

Definition: The nature or genre of the resource.

Comment: Recommended best practice is to use a controlled vocabulary such as the DCMI Type Vocabulary [DCMITYPE]. To describe the file format, physical medium, or dimensions of the resource, use the Format element.

References: [DCMITYPE]<http://dublincore.org/documents/dcmi-type-vocabulary/>

## APÊNDICE D - ESPECIFICAÇÃO DE METADADOS CANCORE

Fonte: (FRIESEN; ROBERTS; FISHER, 2002)

<b>Nr</b>	<b>Name</b>	<b>Explanation</b>
1	general	Groups information describing learning object as a whole.
1.1	identifier	Globally unique label for learning object
1.2	title	Learning Object's name.
1.3	catalogentry	Designation given to resource.
1.3.1	catalog	Source of following string value.
1.3.2	entry	Actual value.
1.4	language	Learning object's language.
1.5	description	Describes learning object's content.
2	lifecycle	History and current state of resource.
2.1	version	The edition of the learning object.
2.3	contribute	Persons or organizations contributing to the resource.
2.3.1	role	Kind of contribution.

2.3.2	entity	Entity or entities involved, most relevant first.
2.3.3	date	Date of contribution.
3	metametadata	Features of the description rather than the resource.
3.1	identifier	A unique label for the meta-data.
3.2	catalogentry	Designation given to the meta-data instance.
3.2.1	catalog	Source of following string value.
3.2.2	entry	Actual string value.
3.3	contribute	Persons or organizations contributing to the meta-data.
3.3.1	role	Kind of contribution.
3.3.2	entity	Entity or entities involved, most relevant first.
3.3.3	date	Date of contribution.
3.4	metadatascheme	Names the structure of the meta-data.
3.5	language	Language of the meta-data instance. This is the default language for all LangString values.
4	technical	Technical features of the learning object.
4.1	format	Technical data type of the resource.
4.2	size	The size of the digital resource in bytes.
4.3	location	A location or a method that resolves to a location of the resource.

4.6	otherplatformrequirements	Information about other software and hardware requirements.
4.7	duration	Time a continuous learning object takes when played at intended speed, in seconds.
5	educational	Educational or pedagogic features of the learning object.
5.2	learningresourcetype	Specific kind of resource, most dominant kind first.
5.5	intendedenduserrole	Normal user of the learning object, most dominant first.
5.6	context	The typical learning environment where use of learning object is intended to take place.
5.7	typicalagerange	Age of the typical intended user.
5.11	language	User's natural language.
6	rights	Conditions of use of the resource.
6.1	cost	Whether use of the resource requires payment.
6.2	copyrightandotherrestrictions	Whether copyright or other restrictions apply.
6.3	description	Comments on the conditions of use of the resource.
7	relation	Features of the resource in relationship to other learning objects.

7.1	kind	Nature of the relationship between the resource being described and the one identified by Resource (7.2).
7.2	resource	Resource the relationship holds for.
7.2.1	identifier	Unique Identifier of the other resource.
7.2.3	catalogentry	Description of the other resource.
7.2.3.1	catalog	Source of following string value.
7.2.3.2	entry	Actual value.
9	classification	Description of a characteristic of the resource by entries in classifications.
9.1	purpose	Characteristics of the resource described by this classification entry.
9.2	taxonpath	A taxonomic path in a specific classification.
9.2.1	source	A specific classification.
9.2.2	taxon	An entry in a classification.
9.2.2.2	entry	Taxon's name or label.
9.4	keyword	Keywords describing learning objective relative to its stated purpose.

# APÊNDICE E - PROTÓTIPO

## E.1 Banco de Dados Utilizado no Protótipo

A seguir é apresentado diagramado banco de dados utilizado no protótipo para armazenar as anotações colaborativas.

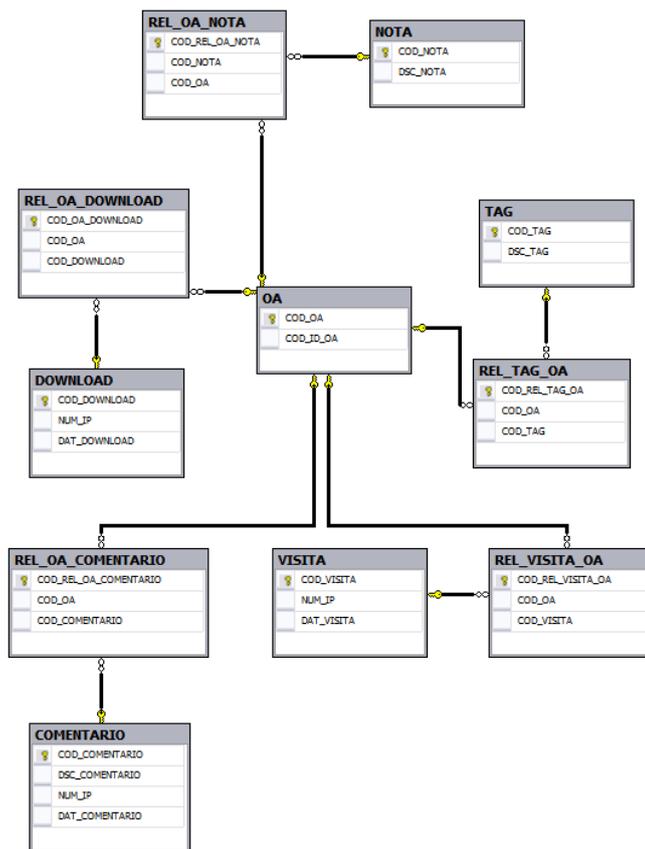
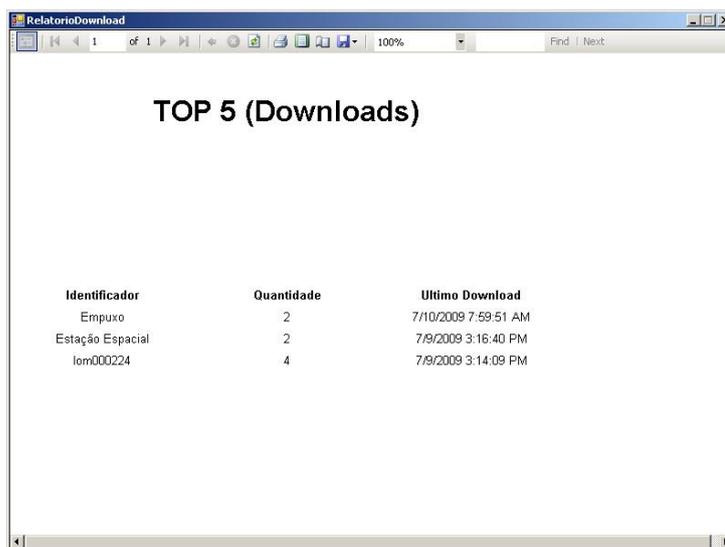


Figura 14: Diagrama do Banco de Dados SQL Utilizado para Anotações.

Fonte: Do autor.

## E.2 Relatórios

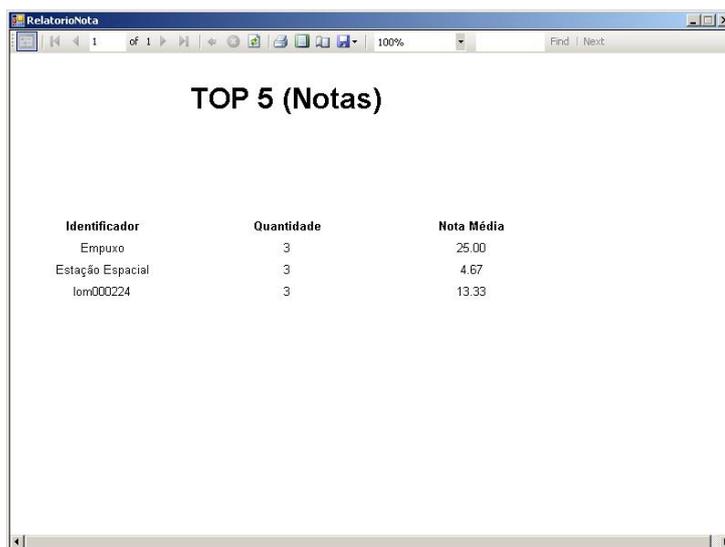
A seguir são apresentados os relatórios disponíveis no protótipo. As consultas retornam os OAs mais baixados ou os objetos que receberam as maiores notas associados a outros critérios como palavra-chave e/ou autor. São retornados até os cinco primeiros caso atendam aos critérios de pesquisa ou mais se houver empate.



The screenshot shows a web browser window with the title 'RelatorioDownload'. The main content area displays the heading 'TOP 5 (Downloads)' followed by a table with three columns: 'Identificador', 'Quantidade', and 'Ultimo Download'. The table lists three objects: 'Empuxo' (2 downloads, 7/10/2009 7:59:51 AM), 'Estação Espacial' (2 downloads, 7/9/2009 3:16:40 PM), and 'lom000224' (4 downloads, 7/9/2009 3:14:09 PM).

Identificador	Quantidade	Ultimo Download
Empuxo	2	7/10/2009 7:59:51 AM
Estação Espacial	2	7/9/2009 3:16:40 PM
lom000224	4	7/9/2009 3:14:09 PM

Figura 15: Relatório que exibe os objetos mais baixados.  
Fonte: Do autor.



The screenshot shows a web browser window with the title 'RelatorioNota'. The main content area displays the heading 'TOP 5 (Notas)' followed by a table with three columns: 'Identificador', 'Quantidade', and 'Nota Média'. The table lists three objects: 'Empuxo' (3 ratings, 25.00), 'Estação Espacial' (3 ratings, 4.67), and 'lom000224' (3 ratings, 13.33).

Identificador	Quantidade	Nota Média
Empuxo	3	25.00
Estação Espacial	3	4.67
lom000224	3	13.33

Figura 16: Relatório que exibe os objetos que receberam as maiores notas.  
Fonte: Do autor.