

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS

ROGÉRIO APARECIDO SÁ RAMALHO

**Desenvolvimento e utilização de ontologias em
Bibliotecas Digitais: uma proposta de aplicação**

MARÍLIA
2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS

ROGÉRIO APARECIDO SÁ RAMALHO

**Desenvolvimento e utilização de ontologias em
Bibliotecas Digitais: uma proposta de aplicação**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, *Campus* de Marília, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência da Informação.

Área de concentração: Informação, Tecnologia e Conhecimento
Linha de Pesquisa: Produção e Organização da Informação
Orientadora: Profa. Dra. Mariângela Spotti Lopes Fujita

MARÍLIA
2010

Ramalho, Rogério Aparecido Sá.

R165a Desenvolvimento e utilização de ontologias em Bibliotecas Digitais: uma proposta de aplicação / Rogério Aparecido Sá Ramalho. – Marília, 2010.
145 f. ; 30 cm.

Tese (Doutorado em Ciência da Informação) –
Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Filosofia e Ciências, 2010.

Bibliografia: f. 110-125

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Mariângela Spotti Lopes Fujita

1. Ontologias. 2. Sistemas de organização do conhecimento. 3. Bibliotecas digitais. 4. Organização da informação. 5. Tecnologias semânticas. I. Autor. II. Título.

CDD 025.4

ROGÉRIO APARECIDO SÁ RAMALHO

Desenvolvimento e utilização de ontologias em Bibliotecas Digitais: uma proposta de aplicação

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, *Campus* de Marília, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência da Informação.

Área de concentração: Informação, Tecnologia e Conhecimento
Linha de Pesquisa: Produção e Organização da Informação

BANCA EXAMINADORA

25 de Março de 2010

Profa. Dra. Mariângela Spotti Lopes Fujita (orientadora)
Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista - UNESP
Campus de Marília

Profa. Dra. Maria Luiza de Almeida Campos
Universidade Federal Fluminense – UFF

Prof. Dr. Isidoro Gil Leiva
Universidad de Murcia - UM, Espanha

Prof. Dr. José Augusto Chaves Guimarães
Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista - UNESP
Campus de Marília

Profa. Dra. Plácida Leopoldina Ventura Amorim da Costa Santos
Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista – UNESP
Campus de Marília

Aos meus pais Maria e Raul, e
à minha amada Priscila.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo que me concedestes, conferindo-me a cada dia novas lições de humildade e coragem para aprender com a Vida.

À minha orientadora Mariângela Spotti Lopes Fujita, pelos ensinamentos, conselhos e incentivos constantes ao longo desta pesquisa. Assim como a serenidade, ponderação e pertinência tão característicos de suas orientações.

Aos professores Silvana Aparecida Borsetti Gregorio Vidotti, José Augusto Chaves Guimarães e Plácida Leopoldina Ventura Amorim da Costa Santos que, juntamente com a professora Mariângela, acreditaram no projeto de um jovem sonhador, acolhendo-me na área de Ciência da Informação e contribuindo fundamentalmente para minha formação.

À professora Maria Luiza de Almeida Campos, pelo esforço pioneiro na constituição do Seminário de Pesquisa em Ontologia no Brasil, e pelas contribuições para a finalização desta pesquisa.

Aos professores Isidoro Gil Leiva e Edberto Ferneda, pelos apontamentos e contribuições dadas no decorrer desta pesquisa, que foram de grande valia para conclusão deste trabalho.

Aos professores do Departamento de Ciência da Informação da UNESP, *campus* de Marília, por todos os ensinamentos compartilhados e por persistirem no desenvolvimento de um ensino de qualidade.

À Universidade Estadual Paulista e todos os seus funcionários do *campus* de Marília, pela atenção, simpatia e excelência que sempre demonstraram no exercício de suas funções, auxiliando-me de forma amigável e cortês.

À Universidade Federal de São Carlos e em particular à Vera Regina Casari Boccato, parceira desde a época de mestrado, a qual externalizo toda a minha amizade, e aos e demais colegas que me acolheram no Departamento de Ciência da Informação: Luciana de Souza Gracioso, Luzia Sigoli Fernandes Costa, Maria Cristina Comunian Ferraz, Nádea Regina Gaspar, Roniberto Morato do Amaral, Wanda Aparecida Machado Hoffmann e Zaira Regina Zafalon.

Aos amigos e colegas do Programa de Pós Graduação em Ciência da Informação da Unesp de Marília, pelo companheirismo, amizade e todos os instigantes momentos compartilhados. Como nestes momentos de emoção, após tão esperada conquista, a memória tende a ser traiçoeira prefiro não nomeá-los, mas cada um sabe o quanto contribuiu na construção coletiva do conhecimento que culminou neste trabalho.

Aos meus amados pais, Maria Aparecida Sá Ramalho e Raul dos Santos Ramalho, que sempre me apoiaram incondicionalmente em todos os aspectos de minha Vida, ensinando-me a fazer de cada limitação um incentivo e de cada fraqueza uma força, por meio de seus próprios exemplos de vida. E a minha amada, Priscila Domingues de Azevedo, que tanto amparou-me na finalização desta tese.

Ao meu querido irmão Raul Augusto Aparecido Sá Ramalho pelo apoio e incentivo constante e por representar o maior elo da infância deste seu irmão caçula. A Pedro Domingues de Azevedo, Vilma Aparecida Dias de Azevedo e todos os meus familiares que tanto apoiaram e torceram para a finalização desta tese.

Ao amigo William Hajime Yonenaga, pessoa fantástica com a qual tive a grata satisfação de conviver desde a época da graduação, o meu reconhecimento pelo companheirismo e incentivo constante.

Aos amigos, alunos e colegas que conquistei ao longo de minha trajetória como docente, em especial na Fundação Dracenense de Educação e Cultura, por todos os momentos compartilhados e incentivos para a realização deste trabalho.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram na elaboração desta pesquisa o meu muito obrigado!

*“É difícil dizer o que é impossível,
pois a fantasia de ontem
é a esperança de hoje
e a realidade de amanhã”.*

(Robert H. Goddard, 1882 - 1945)

RAMALHO, Rogério Aparecido Sá. *Desenvolvimento e utilização de ontologias em Bibliotecas Digitais*: uma proposta de aplicação. Marília, 2010. 145 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, *Campus* de Marília, 2010.

RESUMO

Ao longo dos últimos anos, a crescente utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) tem impulsionado uma nova gama de necessidades informacionais. Os ambientes digitais favorecem a transposição dos limites convencionais de representação e disseminação do conhecimento registrado, incorporando novos elementos aos processos de produção, organização e recuperação de informações. Considerando as ontologias como uma nova e instigante categoria de sistemas de representação do conhecimento, buscou-se, a partir de um diálogo interdisciplinar, fundamentos que possibilitem analisar as aproximações desta nova abordagem computacional com os instrumentos e métodos tradicionalmente utilizados no área disciplinar de Organização do Conhecimento, investigando em que medida a área de Ciência da Informação pode contribuir para o desenvolvimento de ontologias e analisando os reflexos de sua utilização em bibliotecas digitais. Para tanto, foi realizado um estudo das principais teorias e tecnologias relacionadas ao desenvolvimento de ontologias e bibliotecas digitais, contextualizando-as a partir do *corpus* teórico da área de Ciência da Informação. Deste modo, foi desenvolvida a Ontologia de Informações Referencias (OIR) e um protótipo de Biblioteca Digital baseado em ontologias, denominado como BibliOntO, com o objetivo de analisar a aplicabilidade de ontologias em bibliotecas digitais. Como resultados, verificou-se que as ontologias possibilitam o desenvolvimento de novos tipos de serviços de informação e melhorias nos processos de representação, organização e recuperação de informações em ambientes digitais. Constatou-se também que sua aplicação em bibliotecas digitais representa uma interessante alternativa, contribuindo para um atendimento mais adequado das necessidades informacionais dos usuários, de modo que as ontologias constituem-se como uma nova abordagem computacional no âmbito da área de Organização do Conhecimento, apontando perspectivas inovadoras para o desenvolvimento de bibliotecas digitais e novas possibilidades no fazer profissional da área de Ciência da Informação.

Palavras-chave: Ontologias; Sistemas de Organização do Conhecimento; Bibliotecas Digitais; Organização da Informação; Tecnologias Semânticas.

RAMALHO, Rogério Aparecido Sá. *Development and utilization of ontologies in Digital Libraries: a proposed application*. Marília, 2010. 145 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, *Campus de Marília*, 2010.

ABSTRACT

Throughout the last years, the increasing use of Technologies of Information and Communication (TICs) have stimulated a new gamma of informational necessities. The digital environments favor the transposition of the conventional limits of representation and dissemination of the registered knowledge, incorporating new elements to the processes of production, organization and recovery of information. Considering the ontologies as a new and riveting category of systems of representation of knowledge, we searched, starting from an interdisciplinary dialogue, bases that allow to analyze the approaches of this new computational approach with the instruments and methods traditionally used in the area of Knowledge Organization, investigating in what scale the area of Information Science can contribute to the development of ontologies and analyzing the consequences of its use in digital libraries. Therefore, a study of the main theories and technologies related to the development of ontologies and digital libraries was carried through, contextualized in the theoretical framework of the area of Information Science. In this way, the Ontology of Referential Informations (OIR) and a prototype of a Digital Library based on ontologies, called BibliOntO, was developed with the objective of analyzing the applicability of ontologies in digital libraries. As results, it was verified that the ontologies allow the development of new types of information services and improvements in the processes of representation, organization and recovery of information in digital environments. It was also evidenced that its application in digital libraries represents an interesting alternative, contributing for an adjusted attendance of the informational necessities of the users, in a way that the ontologies consist as a new computational approach in the scope of the area of Knowledge Organization, pointing innovative perspectives with respect to the development of digital libraries and new possibilities in professional practices in the area of Information Science.

Key Words: Ontologies; Systems of Knowledge Organization; Digital Libraries; Organization of Information; Semantic Technologies.

RAMALHO, Rogério Aparecido Sá. *Desarrollo y uso de ontologías en Bibliotecas Digitales: una propuesta de aplicación*. Marília, 2010. 145 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, *Campus* de Marília, 2010.

RESUMEN

En los últimos años, el creciente uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) ha impulsado una nueva gama de necesidades de información. Los entornos digitales favorecen la aplicación de los límites convencionales de la representación y difusión de conocimientos registrados, la incorporación de nuevos elementos a los procesos de producción, Organización y recuperación de información. Teniendo en cuenta la ontología como una categoría nueva y emocionante de los sistemas de representación del conocimiento, hemos intentado, desde un diálogo interdisciplinario, fundamentos que permiten analizar los enfoques de este nuevo enfoque de las herramientas computacionales y métodos tradicionalmente utilizados en el área de Organización del conocimiento, la investigación de la medida en que el área de ciencias de la información puede contribuir al desarrollo de ontologías y analizar las consecuencias de su uso en bibliotecas digitales. Con este fin, se presenta un estudio de las principales teorías y las tecnologías relacionadas con el desarrollo de ontologías y bibliotecas digitales, contextualizar desde el corpus teórico del área de Ciencias de la Información. Así, hemos desarrollado un prototipo de Biblioteca Digital basado en ontologías, conocido como BibliOntO Ontología y Referencias de la Información (OIR), a fin de contribuir al análisis de la aplicabilidad de las ontologías en las bibliotecas digitales. Como resultado, se constató que las ontologías permitan el desarrollo de nuevos tipos de servicios de información y mejoras en los procesos de representación, organización y recuperación de información en entornos digitales. También se constató que su aplicación en las bibliotecas digitales es una alternativa interesante, contribuyendo a un tratamiento más adecuado de las necesidades de información de los usuarios, de modo que las ontologías se constituyen en un nuevo enfoque computacional en el ámbito de la Organización del Conocimiento, señalando perspectivas innovadoras para el desarrollo de las bibliotecas digitales y nuevas posibilidades en el área profesional de Ciencias de la Información.

Palabras clave: Ontologías; Sistemas de Organización del Conocimiento; Bibliotecas Digitales; Organización de la Información; Tecnologías Semánticas.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 – Capa do livro <i>Ogdoas Scholastica</i> de 1606..... | 24 |
| FIGURA 2 – Capa do livro <i>Philosophia prima sive Ontologia</i> de 1730..... | 25 |
| FIGURA 3 – Tipos de ontologias, de acordo com seu nível de dependência de uma determinada tarefa ou ponto de vista | 29 |
| FIGURA 4 – <i>An Ontology Spectrum</i> | 30 |
| FIGURA 5 – <i>The ontology spectrum: Weak to strong semantics</i> | 31 |
| FIGURA 6 – <i>Ontología y ontologías</i> | 36 |
| FIGURA 7 – Componentes de uma ontologia | 39 |
| FIGURA 8 – <i>An overview of the structures and functions of KOS</i> | 41 |
| FIGURA 9 - Capa da proposta original da <i>Web</i> | 48 |
| FIGURA 10 – Passado – Presente – Futuro da <i>Web</i> | 51 |
| FIGURA 11 – Arquitetura da <i>Web Semântica</i> e <i>Tecnologias Semânticas</i> | 53 |
| FIGURA 12 – Espectro da <i>Web Semântica</i> | 55 |
| FIGURA 13 - Estrutura de um registro em formato <i>MARC XML</i> | 59 |
| FIGURA 14 - Exemplo de descrição em <i>Dublin Core</i> utilizando <i>XML</i> | 61 |
| FIGURA 15 - Exemplo de um registro em <i>BibTeX</i> | 63 |
| FIGURA 16 - Elementos do Padrão <i>ETD-MS</i> | 65 |
| FIGURA 17 - Elementos do Padrão <i>MTD-BR</i> | 67 |
| FIGURA 18 – Interface do <i>Protege 3.4.1</i> | 80 |
| FIGURA 19 – Hierarquia de Classes da <i>OIR</i> | 82 |
| FIGURA 20 – Diagrama de Classes e Propriedades Relacionais da <i>OIR</i> | 87 |
| FIGURA 21 – <i>Tecnologias e Camadas da Web Semântica</i> | 90 |
| FIGURA 22 – Interface de busca do <i>BibliOntO</i> | 93 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| QUADRO 1 - Elementos básicos do padrão de metadados Dublin Core | 60 |
| QUADRO 2 - Classes e Subclasses da OIR | 81 |
| QUADRO 3 - Propriedades Descritivas da OIR | 83 |
| QUADRO 4 - Propriedades Relacionais da OIR | 86 |
| QUADRO 5 - Exemplos de Regras e Axiomas da OIR | 88 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AACR - *Anglo-American Cataloguing Rules*

ARL - *Association of Research Libraries*

ARPANET - *Advanced Research Project Agency Network*

ASCII - *American Standard Code for Information Interchange*

BDTD - *Biblioteca Digital de Teses e Dissertações*

BibliOntO - *Biblioteca Digital baseado em ontologies*

CERN - *European Organization for Nuclear Research Center*

DAML - *DARPA agent markup language*

DC - *Dublin Core*

DLF - *Digital Library Federation*

DTD - *Document Type Definition*

ETD-MS - *Electronic Theses and Dissertations Metadata Set*

ETDs - *Electronic Theses and Dissertations*

FOAF - *Friend of a friend*

FOIS - *Formal Ontology and Information Systems*

HTML - *Hypertext Markup Language*

Ibict - *Instituto Brasileiro de Ciência e Tecnologia*

ISKO - *International Society for Knowledge Organization*

KOS - *Knowledge Organizing Systems*

LC - *Library of Congress*

LMPL - *Linguagem de marcação da plataforma Lattes*

MARC - *Machine Readable Cataloging*

MIT/LCS - *Massachusetts Institute of Technology, Laboratory for Computer Science*

MTD-BR - *Padrão Brasileiro de Metadados de Teses e Dissertações*

NCSA - *National Center for Supercomputing Applications*

NDLTD - *Networked Digital Library of Theses and Dissertations*

NISO - *National Information Standards Organization*

OC - *Organização do Conhecimento*

OCLC - *Online Computer Library Center*

OIR - *Ontologia de Informações Referenciais*

OPAC - *Online public access catalog*

OWL - *Web Ontology Language*

PLN - *Processamento de Linguagem Natural*

RDF - *Resource Description Framework*

RDFS - *Resource Description Framework Schema*

RDQL - *RDF Data Query Language*

SGML - *Standard Generalized Markup Language*

SKOs - *Simple Knowledge Organization System*

SPARQL - *SPARQL Query Language for RDF*

SQL - *Structured Query Language*

SRI - *Stanford Research Institute*

TICs - *Tecnologias de Informação e Comunicação*

UCLA - *Universidade da Califórnia, em Los Angeles*

URL - *Uniform Resource Locator*

UTF - *Unicode Transformation Format*

W3C - *World Wide Web Consortium*

WWW - *World Wide Web*

XML - *Extensible Markup Language*

XSD - *XML Schema Definition*

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| 1. Introdução | 16 |
| 1.1 Delineamento do problema | 17 |
| 1.2 Hipótese | 18 |
| 1.3 Objetivos | 18 |
| 1.4 Justificativa | 19 |
| 1.5 Percurso metodológico | 20 |
| 1.6 Estrutura da pesquisa | 21 |
| 2. Ontologias: aspectos interdisciplinares | 23 |
| 2.1 Ontologia na Filosofia | 23 |
| 2.2 Ontologia na Ciência da Computação | 27 |
| 2.3 Ontologia na Lingüística | 32 |
| 2.4 Ontologia na Ciência da Informação | 33 |
| 3. Contextualizando Bibliotecas Digitais e Tecnologias Semânticas | 43 |
| 3.1 Biblioteca digital: concepções e abordagens | 43 |
| 3.2 Evolução da Web e as Tecnologias Semânticas..... | 47 |
| 3.3 Formatos de descrição bibliográfica | 56 |
| 3.3.1 MARC 21 e MARC XML | 58 |
| 3.3.2 Dublin Core | 60 |
| 3.3.3 BibTeX | 62 |
| 3.3.4 ETD-MS | 64 |
| 3.3.5 MTD-BR | 66 |
| 3.4 Serviço de referência digital | 68 |
| 4. Aplicabilidade de Ontologias em Bibliotecas Digitais | 72 |
| 4.1 Desenvolvimento de ontologias sob o olhar da Ciência da Informação | 73 |
| 4.2 Ontologia de Informações Referenciais – OIR | 77 |
| 4.2.1 Classes e Subclasses | 81 |
| 4.2.2 Propriedades Descritivas | 83 |
| 4.2.3 Propriedades Relacionais | 85 |
| 4.2.4 Regras e Axiomas | 88 |
| 4.3 BibliOntO: um protótipo de biblioteca digital baseada em ontologias | 89 |
| 4.4 Organização do Conhecimento e ontologias | 94 |
| 4.5 Potencialidades e desafios da utilização de ontologias | 99 |
| Considerações Finais | 106 |
| Referências | 110 |
| Apêndice A: Arquivo fonte OIR.OWL - Ontologia de Informações Referenciais | 126 |

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o aumento exponencial do volume de informações disponíveis em meio digital, e a inegável influência exercida pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na sociedade contemporânea, tem acarretado uma demanda por instrumentos e métodos capazes de suprir as novas necessidades informacionais emergentes.

Considerando a organização da informação como elemento fundamental para a garantia de qualidade na sua recuperação, apresenta-se como desafio a necessidade de singularização contextual na reconstrução do conhecimento, possibilitando a contextualização das informações a partir de requisitos de pertinência e relevância, favorecendo a seleção, de modo mais adequado, do que realmente interessa aos usuários.

Atualmente, o que se impõe confrontar é o desaparecimento dos critérios que permitem ordenar, classificar e distinguir não só os distintos formatos discursivos de textos, em função de sua materialidade, mas as próprias especificidades entre as mídias (sonoras, visuais e textuais), que têm seus limites “implodidos” pela interface (CHARTIER, 2002).

Em meio ao crescente número de tipologias de recursos digitais existentes pode-se destacar nos últimos anos a grande proliferação de: periódicos digitais; livros eletrônicos (*e-books*); documentos digitalizados em texto integral; sites *Web*; monografias, teses e dissertações em formato digital; bases de dados e catálogos de acesso público *online* - OPAC¹; repertórios de *links*; dentre outros (GROUPE, 2000; LEROUX, 2007).

Assim, novos desafios são identificados no âmbito da área de Ciência da Informação, de modo que o desenvolvimento de bibliotecas digitais tem merecido especial atenção devido aos grandes impactos sofridos no que há de mais concreto e significativo nas bibliotecas: os seus acervos; antes formados apenas por objetos táteis e agora abarcando também documentos eletrônicos, voláteis, constituídos por bits e bytes (WEITZEL, 2000; LEROUX, 2007).

Nesta perspectiva, verifica-se que partir da intensificação do uso das TICs uma nova gama de possibilidades vem sendo incorporada aos processos de representação, organização, disseminação e recuperação de informações. Assim, em meio ao bojo do

¹ *Online Public Access Catalog*

desenvolvimento tecnológico, o termo ontologia tem sido cada vez mais empregado para designar novos tipos de instrumentos de representação de recursos informacionais, desenvolvidos no intuito de melhor atender as necessidades informacionais de uma sociedade denominada por inúmeros autores como “Sociedade da Informação²”.

1.1 Delineamento do Problema

Ao longo dos últimos anos o desenvolvimento de ontologias tem despertando o interesse de pesquisadores nas mais variadas áreas do conhecimento, apresentando-se como uma temática transversal. Tal característica, muitas vezes, tem dificultado o seu desenvolvimento como campo de investigação, contribuindo para a fragmentação conceitual e o estabelecimento de conflitos terminológicos.

Entre as diversas áreas interessadas no desenvolvimento de ontologias, como instrumentos de representação, pode-se destacar a Ciência da Informação e a Ciência da Computação, áreas que, embora compartilhem alguns interesses comuns, estão posicionadas em distintos campos científicos e, deste modo, abordam as ontologias sob diferentes perspectivas.

Deste modo, considerando os objetivos da área de Ciência da Informação e partindo da premissa que a distinção entre mídias torna-se a cada dia uma tarefa mais complexa, antes facilmente realizada a partir da identificação do suporte, observa-se que as ontologias têm sido apontadas como uma nova possibilidade de representação de recursos informacionais em bibliotecas.

Nesta perspectiva, apresenta-se como problema de pesquisa a necessidade de analisar a viabilidade da utilização de ontologias para a representação de recursos informacionais em bibliotecas digitais, investigando os reflexos de tal abordagem no *corpus* teórico da área de Ciência da Informação.

² A discussão acerca desta denominação, seu caráter ideológico ou não, pertinência e outros elementos de sua reflexão extrapolam os objetivos desta pesquisa.

1.2 Hipótese

As evidências de que as ontologias representam um avanço significativo no âmbito da organização do conhecimento começaram a ser apresentadas no final da década de 1990, de modo que, Vickery (1997) foi um dos pioneiros na abordagem deste tema na área de Ciência da Informação.

O aumento exponencial no volume de recursos informacionais disponíveis, principalmente no meio digital, tem acarretado um crescente impacto no âmbito de atuação dos profissionais da informação, provocando verdadeiras mudanças paradigmáticas na área de Ciência da Informação e impondo o desenvolvimento de instrumentos e métodos que possibilitem suprir as novas necessidades informacionais.

Assim, verifica-se que os modelos clássicos de organização e representação do conhecimento precisam ser (re)pensados sob diferentes perspectivas, pois os mesmos não parecem ser capazes de atender as necessidades informacionais emergentes, devido principalmente às especificidades subjacentes aos novos recursos digitais.

Baseando-se em tais constatações, a hipótese desta pesquisa reside no fato de que a utilização de ontologias favorece novas possibilidades de representação e recuperação de recursos informacionais, apresentando melhorias no âmbito de desenvolvimento de bibliotecas digitais.

1.3 Objetivos

Fundamentando-se na concepção da unidade do conhecimento sobre as fronteiras das Ciências e considerando a pseudoneutralidade do discurso científico, apresenta-se como objetivo geral da presente pesquisa:

- Comprovar a possibilidade de utilização de ontologias para a representação de recursos informacionais em bibliotecas digitais, favorecendo uma melhor compreensão dos reflexos de tal abordagem no âmbito da área de Ciência da Informação.

Para o planejamento, buscando alcançar o objetivo geral, foram delineados objetivos específicos, apresentando indicações das ações necessárias no intuito de direcionar a realização das diversas fases desta pesquisa, favorecendo uma maior integração e coerência de suas etapas de desenvolvimento, conforme apresentado a seguir:

- Possibilitar um maior esclarecimento terminológico e desmistificação do termo ontologia, analisando o enfoque de diferentes áreas do conhecimento e investigando as contribuições da área de Ciência da Informação para o desenvolvimento de ontologias como instrumentos de representação.
- Contextualizar os componentes que fazem parte de uma ontologia, estabelecendo aproximações com os instrumentos e métodos utilizados no âmbito da área de Ciência da Informação, salientando as potencialidades oferecidas a partir de suas inter-relações e reaproveitamento.
- Examinar as principais tecnologias emergentes do ambiente Web, identificando suas principais características e reflexos no desenvolvimento de Bibliotecas Digitais e na área de atuação dos profissionais da informação.
- Analisar a possibilidade de desenvolvimento de aplicações que favoreçam a utilização efetiva de ontologias para a representação de recursos informacionais, avaliando benefícios e desafios da utilização de ontologias em bibliotecas digitais.

1.4 Justificativa

Baseando-se no que foi exposto até o momento e na literatura relacionada, observa-se que, apesar do crescente interesse de diversos pesquisadores no que tange aos relacionamentos existentes entre os aportes teórico-práticos inerentes à área de Ciência da Informação e o desenvolvimento de ontologias, existe ainda a necessidade de estudos que analisem a aplicabilidade de ontologias em bibliotecas digitais.

É inegável que a utilização das TICs favorece avanços significativos no âmbito da área de organização e representação do conhecimento, de modo que os instrumentos e métodos utilizados em bibliotecas digitais não devem estar limitados aos “padrões convencionais”, sendo necessárias abordagens inovadoras que favoreçam contribuições mais

efetivas no desenvolvimento de novas concepções, possibilitando atender as necessidades informacionais emergentes e melhor usufruir das potencialidades dos ambientes digitais.

Embora toda prática repouse sobre a necessidade de fundamentação teórica que a sustente, seja ela explícita ou não, destaca-se a importância de pesquisas na área de Ciência da Informação que não se limitem a esfera teórica, possibilitando o estabelecimento de diretrizes práticas para o desenvolvimento de novos instrumentos de organização e representação do conhecimento, baseados nas tecnologias semânticas emergentes.

A presente pesquisa justifica-se a partir da concepção de que as zonas de convergência entre as tecnologias de desenvolvimento de ontologias e as novas necessidades informacionais, evidenciadas nas bibliotecas digitais, apresentam-se como um campo fértil para pesquisas interdisciplinares capazes de favorecer melhorias significativas no âmbito da organização e representação do conhecimento, contribuindo para a evolução do conhecimento humano de forma integral.

1.5 Percurso Metodológico

Sob a perspectiva de Silva e Menezes (2005), este trabalho pode ser classificado da seguinte forma: quanto à sua natureza, constitui-se como uma pesquisa aplicada, objetivando gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Pela perspectiva da forma de abordagem do problema, trata-se de uma pesquisa qualitativa, pois está pautada em análises e interpretações de conteúdos. Do ponto de vista de seus objetivos, classifica-se como uma pesquisa exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito e construir hipóteses. Em relação aos procedimentos técnicos, apresenta-se como uma pesquisa experimental, pois busca estabelecer relações de causa-efeito nas variáveis investigadas, viabilizando a descoberta de novos métodos.

Quanto aos procedimentos metodológicos, esta pesquisa pode ser dividida em duas etapas, conforme apresentado a seguir:

Na primeira etapa adotou-se como abordagem inicial a seleção de documentos por meio de um levantamento bibliográfico interdisciplinar (envolvendo principalmente as áreas

de Ciência da Informação, Ciência da Computação, Linguística e Filosofia), buscando o estabelecimento do marco teórico e conceitual da pesquisa, considerando critérios de pertinência e atualidade do conteúdo dos documentos recuperados. Em um segundo momento, foram realizadas reflexões buscando relacionar as diversas temáticas envolvidas e inferir novos conhecimentos que servissem de substratos teóricos para o desenvolvimento da segunda etapa da pesquisa.

A segunda etapa constituiu-se a partir da elaboração de instrumentos que possibilitassem atingir os objetivos dessa investigação. Assim, desenvolvemos um protótipo de biblioteca digital baseada em ontologias, indentificando as principais tecnologias envolvidas. Posteriormente, analisou-se as etapas e procedimentos necessários para o elaboração de ontologias, sistematizando um método que favoreça o aproveitamento dos instrumentos já empregados com êxito no âmbito da área de Ciência da Informação e elaborando uma ontologias para a representação de informações referenciais que permitisse identificar benefícios e desafios da utilização de ontologias em bibliotecas digitais.

Após esta síntese dos critérios metodológicos utilizados, convém mencionar algumas palavras sobre a estrutura do trabalho.

1.6 Estrutura da Pesquisa

A presente pesquisa foi estruturada a partir de 4 capítulos, mutuamente complementares, os quais podem ser apresentados sucintamente da seguinte forma.

Esta **introdução** apresenta o delineamento da tese, identificando a gênese do problema, hipótese, objetivos, justificativa e os critérios metodológicos adotados.

O **capítulo 2** estabelece um diálogo multidisciplinar (Ciência da Informação, Ciência da Computação, Linguística e Filosofia), apresentando os diversos conceitos e interpretações do termo ontologia e relacionando-os com os pressupostos teóricos da área de Organização do Conhecimento (OC).

O **capítulo 3** discorre acerca dos conceitos de Biblioteca Digital e Tecnologias Semânticas, apresentando um breve histórico da evolução das tecnologias Web, a partir das principais concepções e tecnologias relacionadas ao desenvolvimento de bibliotecas digitais,

bem como, as características dos principais formatos de descrição bibliográfica utilizados em ambientes digitais e serviço de referência digital.

O **capítulo 4** contextualiza a aplicação de ontologias em bibliotecas digitais, a partir da sistematização de um método para o desenvolvimento de ontologias no âmbito da área de Ciência da Informação, apresenta a Ontologia de Informações Referências (OIR) concebida com o objetivo de possibilitar um modelo conceitual para a representação de informações referenciais de documentos acadêmicos, descreve o protótipo de biblioteca digital baseado em ontologias, denominado como BibliOntO, as principais tecnologias utilizadas no seu desenvolvimento e discute as potencialidades e desafios da utilização de ontologias no âmbito da área de Ciência da Informação.

Finalmente, são apresentadas as **Considerações Finais** desta pesquisa, pontuando os resultados obtidos e vislumbrando possíveis desdobramentos futuros.

CAPÍTULO 2

ONTOLOGIAS: ASPECTOS INTERDISCIPLINARES

Este capítulo apresenta um diálogo multidisciplinar (Ciência da Informação, Ciência da Computação, Linguística e Filosofia), identificando os diversos conceitos e interpretações do termo ontologia e relacionando-os com os pressupostos teóricos da área de Organização do Conhecimento (OC), no intuito de contribuir para o esclarecimento terminológico e favorecer um melhor entendimento de um dos principais conceitos abordados ao longo desta pesquisa.

Ao longo dos últimos anos, observa-se que as TICs vêm suscitando novos avanços no campo da OC, provocando convergências entre aportes teóricos e metodológicos de diversas disciplinas, os quais se imbricam cada vez mais para o desenvolvimento de instrumentos de representação do conhecimento. Entre as novas abordagens emergentes destacam-se as ontologias, um instrumento que tem sido desenvolvido, muitas vezes de forma independente, em diversas áreas do conhecimento.

Segundo Lima (1998) um termo corresponde a um conceito particular dentro de um campo conceitual, designando um conjunto de propriedades e relações com outros conceitos em um determinado contexto. Assim, devido ao fato do termo ontologia ser utilizado por inúmeras comunidades científicas, apresenta muitas variações de significado e interpretações distintas, de acordo com o propósito esperado e o enfoque de cada área do conhecimento.

Nesta perspectiva, apresentam-se as principais definições e utilizações do termo ontologia em quatro áreas do conhecimento: Filosofia, Ciência da Computação, Linguística e Ciência da Informação.

2.1 Ontologia na Filosofia

De acordo com a *Encyclopedia of Philosophy* (Borchert, 2006) o termo ontologia foi cunhado pelos autores escolásticos no século XVII, de modo que Jacob Lorhard na obra *Ogdoas Scholastica* (figura 1) e Rudolf Goclenius na obra *Lexicon philosophicum* podem ter sido os primeiros a utilizá-lo. Etimologicamente ontologia é o resultado da junção de dois termos gregos: *onto* (entes) e *logos* (teoria, discurso, palavra), sendo o termo de tal modo natural em latim e tão freqüentemente utilizado que as disputas sobre seu precursor são vãs.

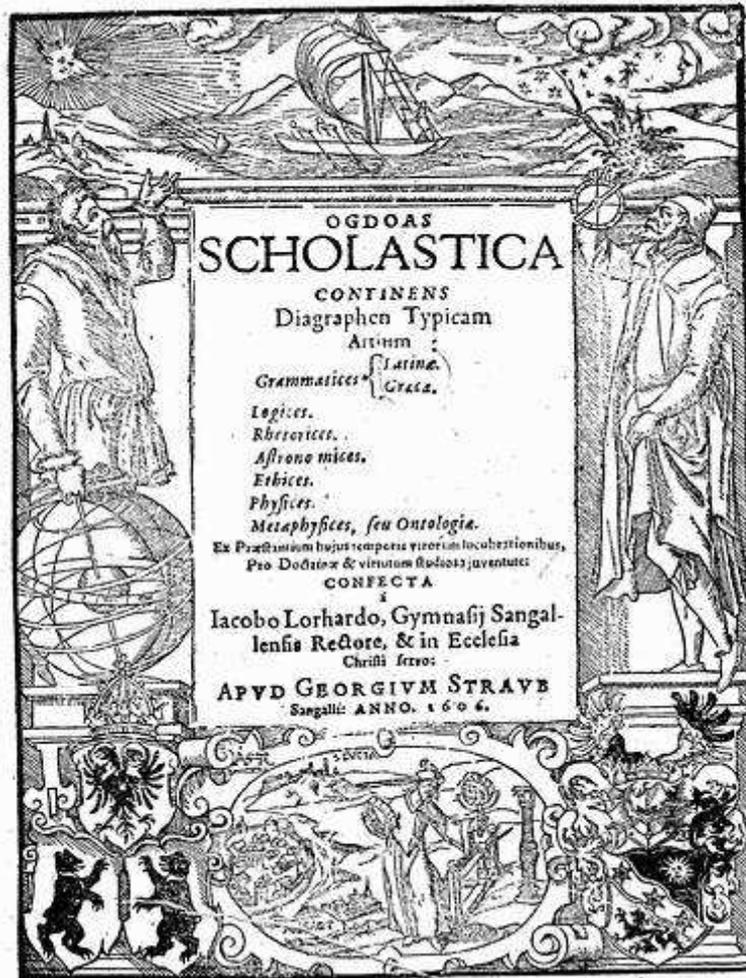


FIGURA 1 – Capa do livro *Ogdoas Scholastica* de 1606

Fonte: Corazzon (2009)

O estudo dos *entes*³ remete diretamente a Aristóteles que foi o primeiro filósofo a propor um inventário dos elementos primordiais da realidade classificando-os em duas categorias: (i) as substâncias individuais e (ii) as suas qualidades. A ontologia substancial de Aristóteles constitui a base de toda ontologia que se segue na história da filosofia e considera que as substâncias individuais têm ascendência sobre as propriedades (qualidades), pois possui existência independente, não é dita de nenhum outro ser, e as propriedades das substâncias são chamadas negativamente de não-substâncias (CASTRO, 2008).

³ Filosoficamente a distinção de *Ente e Ser* pode ser de extrema dificuldade, contudo pode-se considerar *ente* como a mais universal de todas as noções, tudo que existe pode ser categorizado como "*ente*", inclusive figuras abstratas como as virtudes, os sentimentos, e os números, ou ainda noções coletivas tais como Estado e Sociedade. Uma análise mais profunda pode ser encontrada no trabalho de Corazzon (2009) que faz uma ampla revisão de literatura na área de filosofia, registrando a visão de filósofos como Bolzano, Brentano, Meinung, Husserl Cocchiarella, Poli, entre outros.

Foi no século XVIII, a partir da obra *Philosophia prima sive Ontologia* (Figura 2) de Christian Wolff, publicada em 1730, que o termo adquiriu visibilidade nos círculos filosóficos, sendo considerado como sinônimo de *metaphysica generalis*, a parte da metafísica que trata de analisar as características do ser em geral. Wolff diferenciou ontologia das demais ciências particulares, atribuindo-lhe caráter dedutivo abstrato e estruturando-a mediante a análise de conceitos como ser; possibilidade e realidade; quantidade e qualidade; causa e efeito.

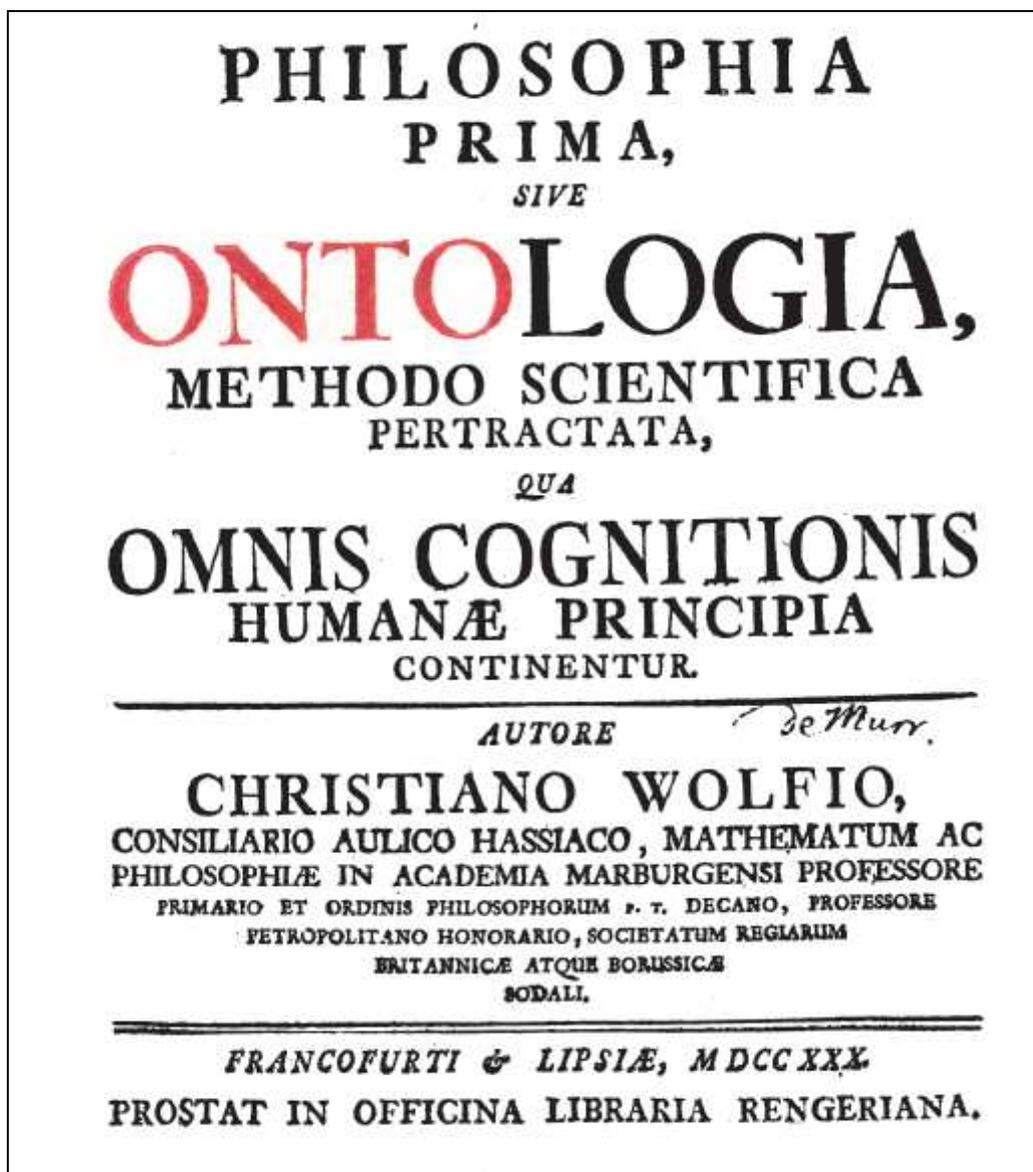


FIGURA 2 – Capa do livro *Philosophia prima sive Ontologia* de 1730

A filosofia moderna é marcada pela tríade racionalista formada por René Descartes, Bento de Espinoza e Gottfried Wilhelm von Leibniz. Decartes introduziu o dualismo da substância (substância espiritual e substância material), Espinoza apregoa o monismo da substância (só Deus é substância) e Leibniz apresenta a definição real da substância como *conceptus completus*. Conforme apresenta Castro (2008), tais pensadores influenciaram de maneira marcante a transformação do conceito de substância, contribuindo para que a noção aristotélica de substância individual e substrato fosse superada.

Nesta perspectiva, devido ao avanço das correntes idealistas subjetivas, foram elaboradas tentativas de fundamentar uma nova ontologia sobre bases idealistas objetivas, podendo-se destacar a “ontologia analítica crítica”, de Nicolai Hartmann; a “ontologia fundamental”, de Martin Heidegger; e a “ontologia transcendental”, de Edmund Husserl.

Para Hartmann, a "ontologia analítica e crítica" era distinta da ontologia dos escolásticos e racionalistas, que pretendiam chegar à existência ("lógica dos entes") a partir da construção de um saber sobre as essências. Hartmann preferia ver na ontologia não como uma tentativa de resolver todos os problemas, mas como o reconhecimento daquilo que metafisicamente é insolúvel, buscando situar no seu lugar o racional e o irracional (MORA, 1978).

A "ontologia fundamental" proposta por Heidegger foi concebida como uma análise ontológica da existência, como compreensão do ser, em vista da determinação do sentido de ser em geral, apresentando-se como uma recapitulação da “Crítica” de Kant. Heidegger busca destruir a ontologia tal como foi tradicionalmente entendida e apresentar, por meio da fenomenologia por ele proposta, uma compreensão da existência fundada na finitude e que permita o acesso à realidade do ser (MACDOWELL, 1993; SÁ, 2008).

Husserl postulou uma filosofia independente das ciências naturais e de qualquer recurso à psicologia, destacando a imbricação entre lógica formal e ontologia, apresentou a concepção de “ontologia formal”, a qual constitui o fundamento de toda e qualquer ciência imaginada a partir reflexões de caráter transcendental, na medida em que prescinde de toda materialidade particular, apontando apenas para a idéia formal de “objeto em geral” (HUSSERL, 1970; POLI, 2003).

2.2 Ontologia na Ciência da Computação

Na área de Ciência da Computação tudo indica que o termo ontologia foi utilizado pela primeira vez no trabalho de Mealy (1967) intitulado *Another Look at Data*, em uma passagem na qual são apresentados três reinos distintos da área de processamento de dados: (i) o mundo real; (ii) idéias sobre o que existe na mente do homem; (iii) símbolos em papel ou algum outro meio de armazenamento. O autor conclui a passagem resgatando questões filosóficas sobre a existência das coisas no mundo, independentemente de suas representações, afirmando que isto é uma questão de ontologia, ou questão do que existe.

Desde então, as ontologias têm despertado o interesse de inúmeros pesquisadores da área de Ciência da Computação, podendo-se destacar três áreas principais: Banco de Dados, Engenharia de Software e Inteligência Artificial (SMITH; WELTY, 2001).

A partir da década de 1990 houve um aumento significativo no interesse de desenvolvimento de ontologias, devido à necessidade de se criar bases de conhecimento compartilháveis e reutilizáveis, motivando a criação de fóruns como a série de conferências FOIS⁴ (*Formal Ontology and Information Systems*).

Gruber (1992), em um dos seus primeiros trabalhos que faz uso deste termo, justifica a utilização do termo ontologia na Computação afirmando que se na Filosofia ontologia é considerada como uma teoria “sobre o que existe” para a Inteligência Artificial pode ser considerada como o conjunto de termos formais que representam um conhecimento, determinando o que “existe” para um sistema.

Posteriormente, apresentando uma definição mais elaborada e que se tornou a mais referenciada na área de Computação, o mesmo autor descreve uma ontologia como: “uma especificação explícita de uma conceitualização”, utilizando o termo “explícita” para destacar que se trata de um objeto de nível simbólico, que deve ser expresso formalmente e, considerando que uma “conceitualização” é composta por objetos, conceitos e as relações existentes em um determinado domínio (GRUBER, 1993).

Guarino e Giaretta (1995) apontam problemas quanto à noção de conceitualização utilizada por Gruber (1993) por considerar uma conceitualização como um conjunto de relações de extensão (*extensional relations*), descrevendo os elementos de uma classe, enquanto que comumente a noção que se tem de conceitualização é de algo intencional, descrevendo as propriedades de elementos.

⁴ <http://www.formalontology.org/>

Nesta perspectiva, torna-se conveniente estabelecer uma definição formal de conceitualização, que pode ser apresentada a partir de uma tripla ordenada $C = \langle D, E, \mathfrak{R} \rangle$, onde “D” representa um domínio, “E” o conjunto máximo de estados relacionais desse domínio e “ \mathfrak{R} ” o conjunto de relações conceituais sob o espaço de domínio “ $\langle D, E \rangle$ ”.

Sánchez e colaboradores (2005) definem um conceitualização como o processo pelo qual mentes humanas formam suas idéias sobre parte da realidade, por meio de representações mentais livres de propriedades acidentais e baseadas nas características essenciais dos elementos.

Preocupando-se em eliminar possíveis ambigüidades na definição de ontologias, Guarino (1998a, p. 5) define ontologia como: “uma teoria lógica para relacionar o significado pretendido de um vocabulário formal, seu comprometimento com uma conceitualização particular do mundo”.

Deste modo, verifica-se que no âmbito da Inteligência Artificial uma ontologia pode ser considerada como um vocabulário de representação, geralmente especializado em algum domínio ou assunto, qualificado por conceituações de tipos de objetos e suas relações no mundo, ou, em outras palavras, com um corpo de conhecimento que descreve algum domínio, utilizando um vocabulário de representação (CHANDRASEKARAN; JOSEPHSON; BENJAMIN, 1999).

De acordo com tais definições, uma ontologia é uma teoria lógica cujo modelo restringe uma conceitualização particular, sem especificar exatamente qual, delineando explicitamente as características que compõem os elementos do que se deseja representar, uma caracterização axiomática do significado de um vocabulário lógico, a qual tem o compromisso apenas com a consistência em um determinado domínio, e não com a completude.

Nesta perspectiva, Jasper e Uschold (1999, p. 2) destacam a necessidade de explicitação dos relacionamentos entre os termos, aproximando o conceito de ontologia aos instrumentos utilizados no âmbito da área de Ciência da Informação:

Uma ontologia pode possuir uma variedade de formas, mas necessariamente incluirá um vocabulário de termos, e alguma especificação de seus significados. Isto inclui definições e uma indicação de como conceitos estão inter-relacionados o que impõe uma estrutura no domínio e restringe as possíveis interpretações dos termos.

Uma das categorizações de ontologias mais referenciada na literatura é a proposta por Guarino (1998a), figura 3, a qual baseia-se no conteúdo e classifica as ontologias como:

ontologias genérica; ontologias de domínio; ontologias de tarefas; ontologias de aplicação; ontologias de representação.

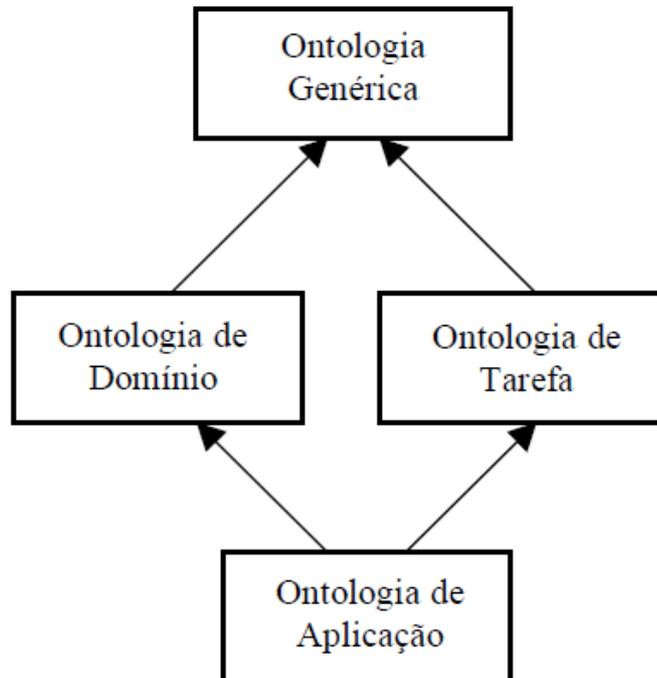


FIGURA 3 – Tipos de ontologias, de acordo com seu nível de dependência de uma determinada tarefa ou ponto de vista.

Fonte: Guarino (1998a, p. 07)

Guarino (1998a) propõe que ontologias sejam construídas segundo seu nível de generalidade, de modo que os conceitos de uma ontologia de domínio ou de tarefa sejam especializações dos termos introduzidos por uma ontologia genérica e os conceitos de uma ontologia de aplicação, por sua vez, devem ser especializações dos termos das ontologias de domínio e de tarefa correspondentes.

Nesta perspectiva, pode-se descrever sucintamente cada uma destas categorias de ontologias da seguinte forma:

- **ontologias genéricas:** descrevem conceitos muito gerais como espaço, tempo, matéria, objeto, evento, ação, etc., que são independentes de um problema ou domínio particular;
- **ontologias de domínio:** expressam conceituações de domínios particulares, descrevendo o vocabulário relacionado a um domínio genérico tal como Medicina ou Direito;

- **ontologias de tarefas:** expressam conceituações sobre a resolução de problemas, independentemente do domínio em que ocorram, isto é, descrevem o vocabulário relacionado a uma atividade ou tarefa genérica, tal como, diagnosticar ou vender;
- **ontologias de aplicação:** descrevem conceitos dependentes de um determinado domínio e tarefa particular. Estes conceitos frequentemente correspondem aos papéis desempenhados por entidades do domínio ao executar uma determinada atividade.

Outros autores têm apresentado definições mais “genéricas” descrevendo esquemas denominados como “espectros ontológicos” no intuito de classificar as ontologias de acordo com o seu nível de expressividade, abarcando desde instrumentos que possibilitam um “baixo nível semântico” até instrumentos que possibilitam expressar arbitrariamente “relações semânticas mais complexas”, conforme pode ser observado nos trabalhos de Lassila e McGuinness (2001); Daconta, Obrst e Smith (2003), apresentados nas figuras 4 e 5, respectivamente.

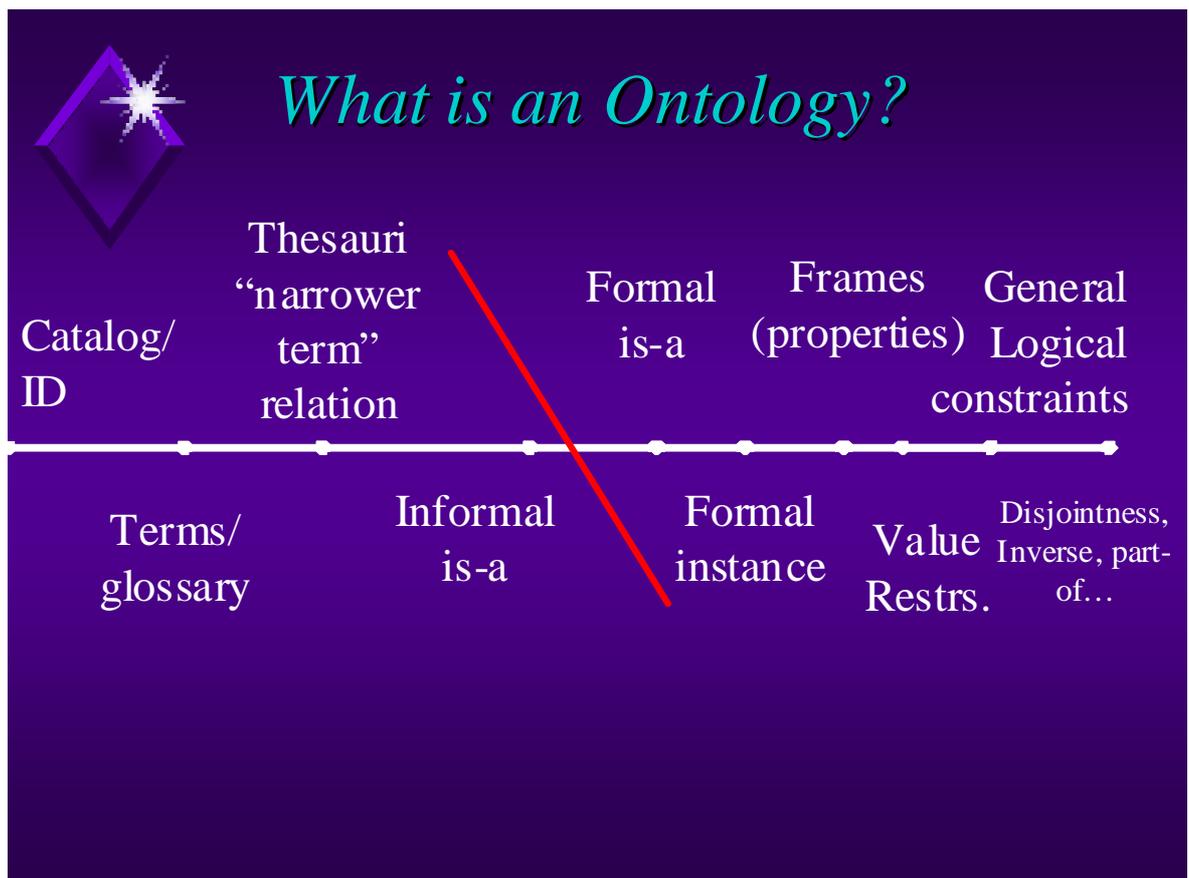


FIGURA 4 – *An Ontology Spectrum*

Fonte: Lassila e McGuinness (2001, p. 4)

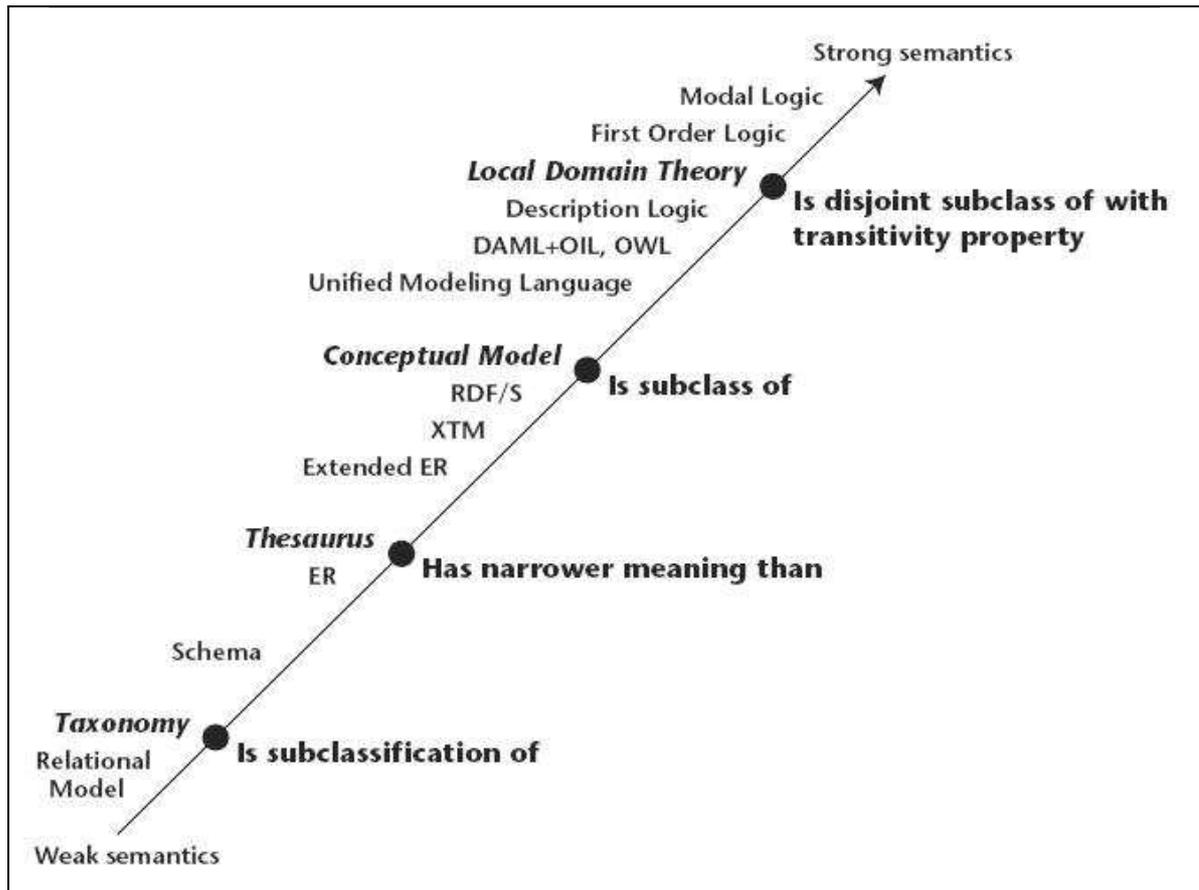


FIGURA 5 – *The ontology spectrum: Weak to strong semantics*
Fonte: Daconta, Obrst e Smith (2003, p. 157)

Como pode ser observado, tais classificações englobam desde listas de índices informais de termos, com definições em linguagem natural desestruturada, até ontologias com o máximo de expressividade e, apesar de terem como objetivos comuns o estabelecimento de vocabulários compartilhados, destaca-se que tais instrumentos são constituídos a partir de diferentes características e propósitos de utilização, não sendo adequado identificar todos sob o título de ontologias.

Nesta perspectiva, García Marco (2007) chama a atenção para o perigo de se confundir os diferentes instrumentos de organização conceitual e terminológica, fazendo sinônimos conceitos próximos, mas que são claramente diferentes. Segundo o autor, esta posição é compreensível em um âmbito geral e distante dos responsáveis pelos serviços de informação; contudo é inaceitável entre especialistas e, especialmente, dentro do campo de investigação, onde a assimilação conceitual e terminológica só contribui para a geração de conflitos terminológicos.

2.3 Ontologia na Lingüística

No ano de 1949 Weaver publicou o clássico memorando intitulado *Translation*, propondo a utilização de técnicas estatísticas no campo de teoria da informação a fim de possibilitar que computadores pudessem traduzir textos automaticamente de um idioma para outro, apresentando-se como o precursor do uso de computadores para a tradução de idiomas naturais, defendendo a hipótese de que um documento em linguagem natural pode ser considerado como escrito por meio de um código e, deste modo, poderia ser quebrado como outros códigos (WEAVER, 1949; HUTCHINS, 1999).

Assim, surgiram os primeiros estudos embrionários de uma nova frente de pesquisas lingüísticas⁵ que passou a ser denominada como Processamento de Linguagem Natural (PLN), tendo como objetivo a geração e recepção automática de textos por meio de “informações lingüísticas” no intuito de possibilitar que um computador seja capaz de discernir os fenômenos da língua natural e, conseqüentemente, “ler”, “escrever” e “traduzir” textos de uma maneira mais “humana”, natural.

Os sistemas de PLN geralmente possuem componentes onde estão armazenadas as chamadas “bases⁶ de conhecimento estático”, que podem ser classificadas como: base gramatical, base lexical e base conceitual. A base gramatical contém representações das regras sintáticas. A base lexical armazena uma coleção de unidades lexicais associadas à feixes de traços morfológicos, sintáticos, semânticos e até mesmo pragmático-discursivos. E as bases conceituais contêm um “modelo do mundo” ou uma abstração da realidade, em que são descritos tipos de objetos, eventos, propriedades e relacionamentos (DI FELIPPO, 2008).

No PLN, as ontologias têm sido amplamente empregadas em várias aplicações (sumarização, resolução anafórica, recuperação de informação, desambiguação lexical de sentido, entre outras) com o objetivo de melhorar o desempenho dos sistemas computacionais nessas tarefas. Neste contexto, dois tipos de ontologias podem ser identificados: as chamadas ontologias lingüísticas e as ontologias conceituais (FARRAR; BATEMAN, 2005; VOSSSEN, 1998).

⁵ Embora também abarque outras áreas do conhecimento humano, como a psicologia, filosofia, sociologia e comunicação social, por exemplo.

⁶ O termo “base” é empregado no sentido computacional de “base de dados”, uma coleção de dados armazenada de modo sistemático na memória do computador.

Segundo Vossen (1998) as ontologias lingüísticas caracterizam-se por armazenar apenas conceitos lexicalizados (em uma determinada língua), isto é, conceitos expressos por uma ou mais palavras de uma língua. Nesta perspectiva, uma ontologia é um inventário dos sentidos de uma dada língua, representando somente os conceitos compartilhados por uma comunidade lingüística. As ontologias lingüísticas mais difundidas no PLN são *Mikrokosmos*, *SENSUS* e *WordNet* (VIEGAS *et al.*, 1996; HOVY, 1998).

As ontologias conceituais, por sua vez, caracterizam-se pelo armazenamento de conceitos para os quais não há lexicalizações, ou seja, não há unidades lexicais que os representem, por exemplo, os conceitos “coisa parcialmente temporal” e “partes do corpo humano”. Tais ontologias também podem negligenciar conceitos lexicalizados que não são relevantes para seus propósitos, apresentando níveis particulares para conceitos que não são lexicalizados, podendo-se destacar neste contexto a ontologia CYC (VOSSSEN, 1998).

2.4 Ontologia na Ciência da Informação

Na literatura da Ciência da Informação o termo ontologia começou a ser utilizado no final da década de 1990 (SOERGEL, 1997; SOERGEL, 1999; VICKERY, 1997). Época em que os instrumentos e métodos de classificação passaram a despertar um maior interesse de pesquisadores da comunidade de Ciência da Computação e Lingüística, devido principalmente ao desenvolvimento do ambiente Web e à necessidade de implementação de instrumentos que possibilitassem auxiliar os usuários na organização das informações disponibilizadas em meio digital.

No âmbito da área de Ciência da Informação o estudo de ontologias tem despertado o interesse principalmente de pesquisadores ligados à área de Organização do Conhecimento (OC), conforme destacam Sales, Campos e Gomes (2008, p. 64):

Um importante elemento das ontologias é a representação do conhecimento, que envolve análise semântica, em especial para a organização de sistemas de conhecimento que, nas ontologias, visam otimizar a recuperação, ou seja, prover o computador de mais inteligência. Trata-se de uma área de pesquisa estreitamente ligada à organização do conhecimento [...]

A OC tem se consolidado como um importante campo de investigação na área de Ciência da Informação, apresentando-se em pleno vigor dada suas diversidades conceituais teóricas e metodológicas em discussão, sendo inegável o impacto de seus resultados em outras áreas científicas (FUJITA, 2008).

Apesar da expressão Organização do Conhecimento ser utilizada já na década de 1930, com a publicação do livro *Organization of knowledge in Libraries* de Henry Evelin Bliss, foi só a partir da fundação da *International Society for Knowledge Organization* (ISKO) em 1989, sobre a presidência de Ingetraut Dahlberg, que as principais ações para a consolidação da OC como área científica foram adotadas.

Desde sua fundação a ISKO tem se voltado aos estudos de questões interdisciplinares no tratamento da informação, considerando a unidade do conhecimento sobre as fronteiras das Ciências e não estabelecendo limites rígidos de atuação da área de OC.

Nesta perspectiva, Dahlberg (2006) declara que seu campo de investigação é formado por uma grande conjuntura conceitual, e questiona se é possível considerá-la como um único e exclusivo campo de uma extensa massa de documentos publicados.

Hjorland (2003) destaca a dificuldade de esboçar o progresso teórico e científico da área, pois lhe parece que diversas linhas de pensamento coexistem, ocasionando a fragmentação e fundamentação teórica inadequada sobre a própria área.

Tal problemática se deve, em partes, ao fato de que OC é uma disciplina científica aplicada que se preocupa em abarcar subsídios teóricos, retroalimentando-se, das bases conceituais de diversas práticas sociais, tendo como enfoque o tratamento temático da informação e, de um modo menos específico, porém não menos importante, investiga a gestão do uso social da informação (BARITÉ, 2001).

Para compreender a real importância das pesquisas em OC torna-se necessário avaliar seu próprio significado e sua abrangência para a área de Ciência da Informação, considerando os estudos realizados ao longo dos tempos que resultaram em um grande número de padrões e diretrizes, bem como conhecimentos teóricos, tais como os princípios de Cutter, a análise facetada e os avanços da tecnologia da informação (HJORLAND, 2003).

Para Esteban Navarro (1996) a Organização do Conhecimento é a disciplina da Ciência da Informação que se dedica ao estudo dos fundamentos teóricos do tratamento e recuperação da informação, avaliando o uso de instrumentos lógico-linguísticos para controlar os processos de representação, classificação, ordenação e armazenamento do conteúdo informativo dos documentos com a finalidade de permitir sua recuperação e disseminação.

Barité (2001, p. 41), apresenta a seguinte conceituação:

o objeto de estudo da Organização do conhecimento é – a nosso juízo – o conhecimento socializado, e como disciplina dá conta do desenvolvimento de técnicas para a construção, gestão, uso e avaliação de classificações científicas, taxonomias, nomenclaturas e linguagens documentais. De outra parte, traz

metodologias de uso e recuperação por linguagem natural. É esta visão integral do conhecimento, em que se associam as classificações filosóficas ou científicas do saber com as classificações destinadas à organização de documentos em bibliotecas, arquivos e outras unidades de informação que abre maiores perspectivas para um importante desenvolvimento disciplinar e interdisciplinar no âmbito da Biblioteconomia e Documentação.

Nesta perspectiva, a OC já foi a preocupação de muitos pensadores clássicos, tais como: Aristóteles, Francis Bacon, Konrad Gesner, Gottfried Wilhelm Leibniz, John Wilkins, Karl Von Linné, Auguste Comte, Peter Mark Roget, entre outros. No entanto, foi apenas no final do século XIX que a organização do conhecimento consolidou-se como área, visando a gestão do conhecimento contido em documentos, possibilitando o desenvolvimento de sistemas de conhecimento geral, como a *Classificação Decimal Dewey* e a *Classificação Decimal Universal* (GNOLI, 2009).

Para Dahlberg (2006) o conhecimento possui, em essência, uma natureza subjetiva, individual e que não é transferível, apresentando-se como uma certeza subjetiva ou objetivamente conclusiva da existência de um fato ou do estado de um caso, não sendo transferível e somente podendo ser adquirido por meio da reflexão.

Contudo, tal conhecimento subjetivo e individual pode ser transferido mediante formas de representação escrita ou falada, considerando-se o conhecimento prévio lingüístico do sujeito, favorecendo a realização de comparações e sua disseminação (FUJITA, 2008).

Guimarães (2001) diferencia a concepção de conhecimento enquanto processo individual da concepção de conhecimento como algo sobre o qual existe certo consenso social, analisando-o como conhecimento registrado e divulgado.

Nesta perspectiva, as ontologias apresentam-se como uma nova categoria de instrumentos de representação do conhecimento, possibilitando a descrição formal das relações existentes entre os conceitos e favorecendo melhorias nos processos de representação, organização, disseminação e recuperação de conteúdos documentais.

Ramalho (2006, p. 97), define ontologia como:

um artefato tecnológico que descreve um modelo conceitual de um determinado domínio em uma linguagem lógica e formal, a partir da descrição dos aspectos semânticos de conteúdos informacionais, possibilitando a realização de inferências automáticas [...]

Tal definição caracteriza as ontologias no âmbito da área de Ciência da Informação como instrumentos de nível epistemológico, concebidos a partir de linguagens computacionais no intuito de favorecer a representação formal dos relacionamentos existentes entre os conceitos de um domínio específico.

Neste contexto, García Marco (2007) afirma que as ontologias têm influenciado o surgimento de um novo campo de investigação eminentemente transdisciplinar, que abrange inúmeras áreas do conhecimento, conforme apresentado na figura 6.

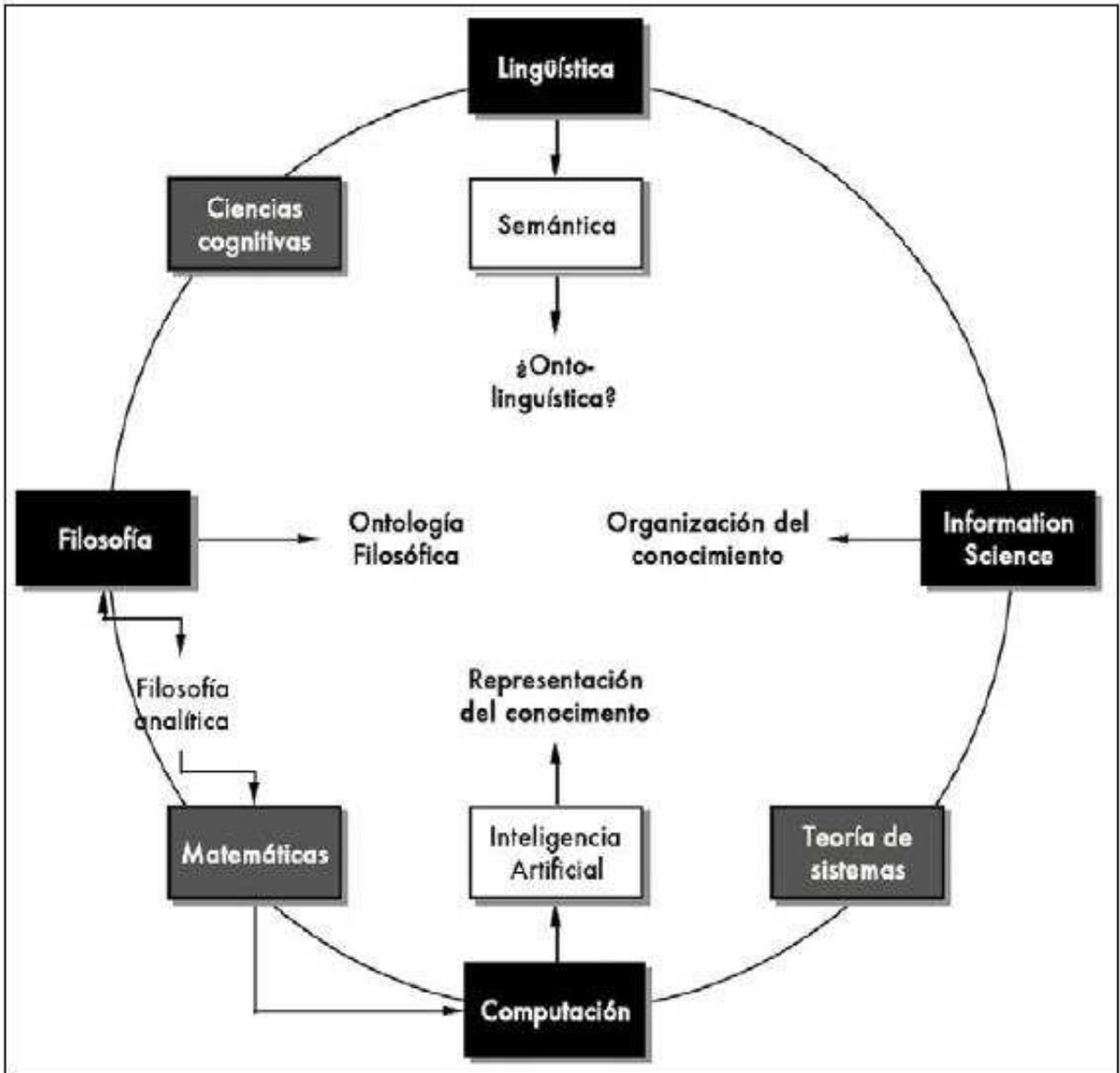


FIGURA 6 – Ontología y ontologías
Fonte: García Marco (2007, p. 548)

Conforme pode ser observado, todas as quatro áreas do conhecimento apresentadas nesta seção (Filosofia, Ciência da Computação, Lingüística e Ciência da Informação) têm influenciado direta, ou indiretamente, o desenvolvimento de ontologias e apesar de suas diferentes abordagens teóricas é possível identificar a “necessidade de representação” como ponto focal de tal interconexão.

Compartilhando deste entendimento, Sánchez Cuadrado e colaboradores (2007) destacam que cada área do conhecimento têm se esforçado para adaptar a definição de ontologia aos sistemas de representação utilizados dentro de seu campo de atuação (tesauros, modelos relacionais, redes semânticas, modelos conceituais, dentre outros).

Como conseqüência, o espectro das ontologias abrange um considerável número de conceitos relacionados às diferentes áreas do conhecimento, de modo que o termo “ontologia” ainda não possui para muitos um significado consensualizado, sendo comum em eventos científico que tratam desta temática, serem ouvidas frases do tipo: “[...] sim claro, isso também é uma ontologia [...]” ou “[...] não, isso não é uma ontologia [...]”.

Entre os instrumentos de representação tradicionalmente utilizados na área de Ciência da Informação, os tesauros apresentam-se como os que possuem maior aproximação com as ontologias, devido ao fato de ambos os instrumentos serem constituídos por meio de linguagens de estruturas combinatórias, de caráter especializado, representando termos e conceitos organizados a partir de tipos de relacionamentos.

Ao longo dos últimos anos inúmeros estudos comparativos entre ontologias e tesauros têm constatado que, apesar de possuírem características comuns, tais instrumentos caracterizam-se como diferentes modelos de representação do conhecimento. Enquanto os tesauros são desenvolvidos como ferramentas de auxílio para os usuários na busca de informações, as ontologias têm como principal objetivo descrever formalmente os recursos informacionais para possibilitar a realização de inferências automáticas.

Conforme afirma García Jiménez (2004), apesar das similaridades existentes entre tesauros e ontologias, ambos os formatos de representação possuem vinculações operativas e teóricas distintas, sendo desenvolvidos a partir de diferentes trajetórias históricas.

Sales, Campos e Gomes (2008, p. 67) destacam que outro fator determinante para a distinção das ontologias e os modelos de representação tradicionalmente utilizados no âmbito da área de Ciência da Informação é a própria natureza dos relacionamentos utilizados, ao afirmar que,

[...] a literatura da Ciência da Informação apresenta apenas relações entre categorias – Relações Diádicas, mas as ontologias necessitam de relações mais formalizadas – Relações Triádicas.

Tal divergência deve-se ao objetivo mais complexo das ontologias, de modo que para possibilitar a realização de inferências automáticas em um domínio representado torna-se

necessário, além de descrever formalmente, rotular e categorizar as próprias relações expressas na ontologia.

Assim, as ontologias proporcionam liberdade para representar tipos de relacionamentos que não seriam possíveis em outros modelos de representação, podendo ser concebidas a partir de distintas técnicas de organização do conhecimento, cabendo aos seus desenvolvedores importantes decisões no momento da modelagem.

Quanto à estrutura, em sua essência as ontologias possuem características análogas às taxonomias, contudo apresentam novos componentes estruturais que vão além das relações hierárquicas. Uma taxonomia pode ser descrita como um modo de classificar e categorizar um conjunto de conceitos de forma hierárquica, seguindo basicamente uma estrutura em forma de árvore que estabelece relações de generalização e especialização (DACONTA *et al.*, 2003; ANSI/NISO Z39.19, 2005).

Park e Hunting (2003) afirmam que as ontologias são compostas por elementos, (“coisas”), propriedades, funções, processos, restrições, regras e axiomas. Gruber (1993); Gomez-Pérez e Benjamins (1999) destacam os seguintes componentes: classes, relações, funções, axiomas e instâncias. Noy e McGuinness (2001) apresentam como componentes das ontologias: classes, propriedades, restrições e instâncias.

Nesta perspectiva, buscando facilitar o entendimento e omitir detalhes técnicos, pode-se descrever sucintamente os componentes de uma ontologia como:

- **Classes e Subclasses:** As classes e subclasses de uma ontologia agrupam um conjunto de elementos, “coisas”, do “mundo real”, que são representadas e categorizadas de acordo com suas similaridades, levando-se em consideração um domínio concreto. Os elementos podem representar coisas físicas ou conceituais, desde objetos inanimados até teorias científicas ou correntes teóricas;
- **Propriedades Descritivas:** Descrevem as características, adjetivos e/ou qualidades das classes;
- **Propriedades Relacionais:** Trata-se dos relacionamentos entre classes pertencentes ou não a uma mesma hierarquia, descrevendo e rotulando os tipos de relações existentes no domínio representado;
- **Regras e Axiomas:** Enunciados lógicos que possibilitam impor condições como tipos de valores aceitos, descrevendo formalmente as regras da ontologia e possibilitando a realização de inferências automáticas a partir de informações que não necessariamente foram explicitadas no domínio, mas que podem estar implícitas na estrutura da ontologia;

- **Instâncias:** Indicam os valores das classes e subclasses, constituindo uma representação de objetos ou indivíduos pertencentes ao domínio modelado, de acordo com as características das classes, relacionamentos e restrições definidas;
- **Valores:** Atribuem valores concretos às propriedades descritivas, indicando os formatos e tipos de valores aceitos em cada classe.

Nesta perspectiva, pode-se considerar como componentes estruturais das ontologias as Classes/Subclasses; Propriedades Descritivas; Propriedades Relacionais e Regras/Axiomas. Tais componentes formam a “espinha dorsal” da ontologia, permitindo a representação formal dos elementos e relacionamentos do domínio modelado.

As Instâncias e Valores possibilitam a atribuição de informações concretas às classes e propriedades descritivas, respectivamente. Conforme exemplificado na figura 7.

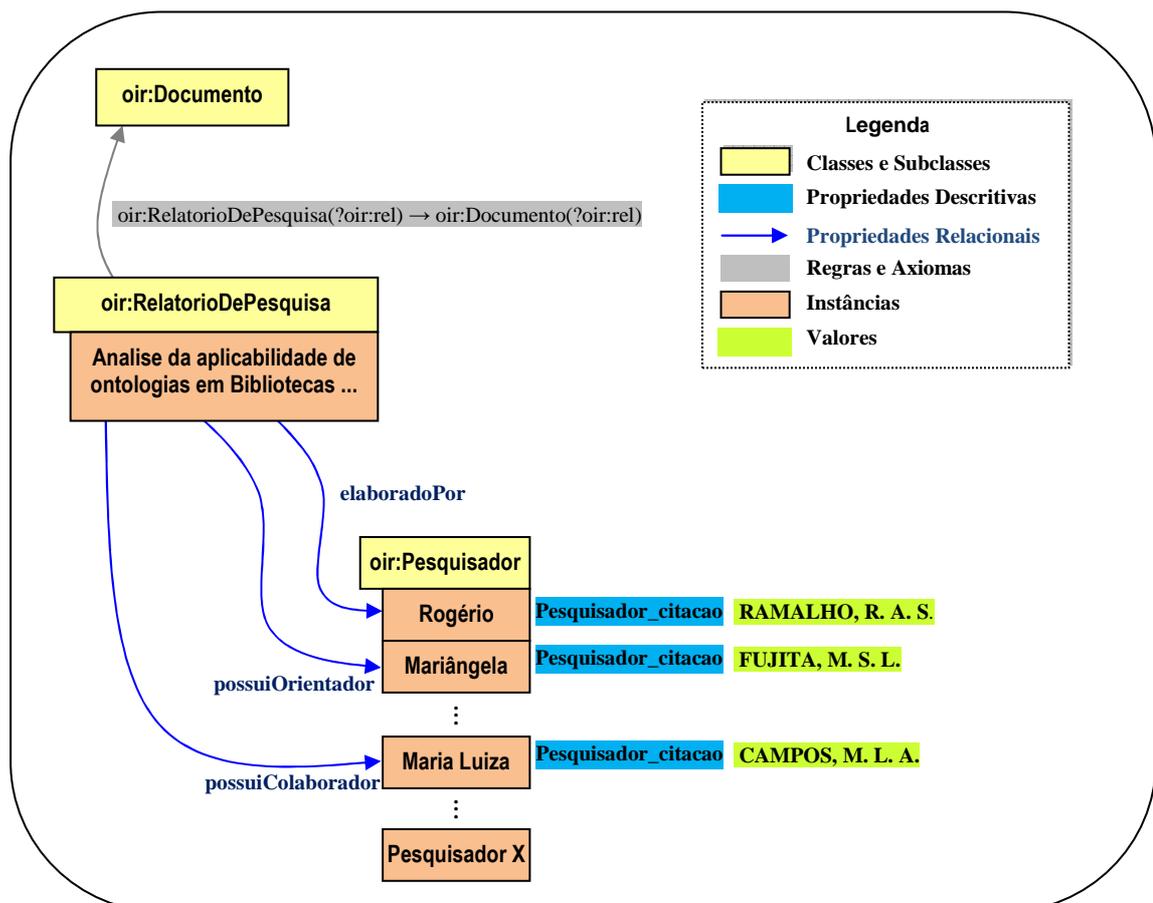


FIGURA 7 – Componentes de uma ontologia

É por meio da hierarquia de classes que as relações hierárquicas da ontologia são representadas, contudo, deve-se destacar que tais relações caracterizam-se como relações de instâncias, de modo que todas as instâncias de uma subclasse devem necessariamente ser instâncias da classe superior, não sendo adequado, portanto, utilizar relações de subordinação para representar relações genéricas ou partitivas.

As propriedades descritivas indicam as características e valores aceitos em cada uma das classes representadas. Quanto às propriedades relacionais, possibilitam a definição dos tipos de relações existentes entre as classes, normalmente utilizando-se de verbos ou verbos preposicionados (ex.: elaboradoPor; possuiOrientador).

Assim, observa-se que as ontologias podem ser consideradas como uma nova categoria de *Knowledge Organizing Systems*⁷ (KOS), apresentando características comuns aos instrumentos e métodos tradicionalmente utilizados no âmbito da área de Ciência da Informação (cabeçalhos de assunto, esquemas de classificação, tesauros, palavras-chave, taxonomias, entre outros). Conforme destaca Vickry (2008), embora diferentes em vários aspectos, tais instrumentos consistem basicamente de redes de conceitos expressos por termos e conectados a partir de tipos de relacionamentos.

Nesta perspectiva, Hodge (2000) apresenta algumas características fundamentais dos KOS:

- Impõe uma visão particular do mundo em uma coleção e seus itens;
- Dependendo do KOS que é usado a mesma entidade pode ser caracterizada de diferentes maneiras;
- O conceito expresso em um KOS deve ser capaz de representar o objeto do mundo real que esse conceito se refere, de modo que uma pessoa esclarecida possa aplicar o sistema com razoável confiabilidade;

Fundamentando-se em documentos anteriores (HODGE, 2000; ANSI/NISO Z39.19, 2005; TUDHOPE, 2006) Zeng (2008) classifica os KOS em quatro grandes grupos: listas de termos, modelos de metadados, classificação e categorização, e modelos de relacionamento. Conforme apresentado na Figura 8.

⁷ Sistemas de Organização do Conhecimento

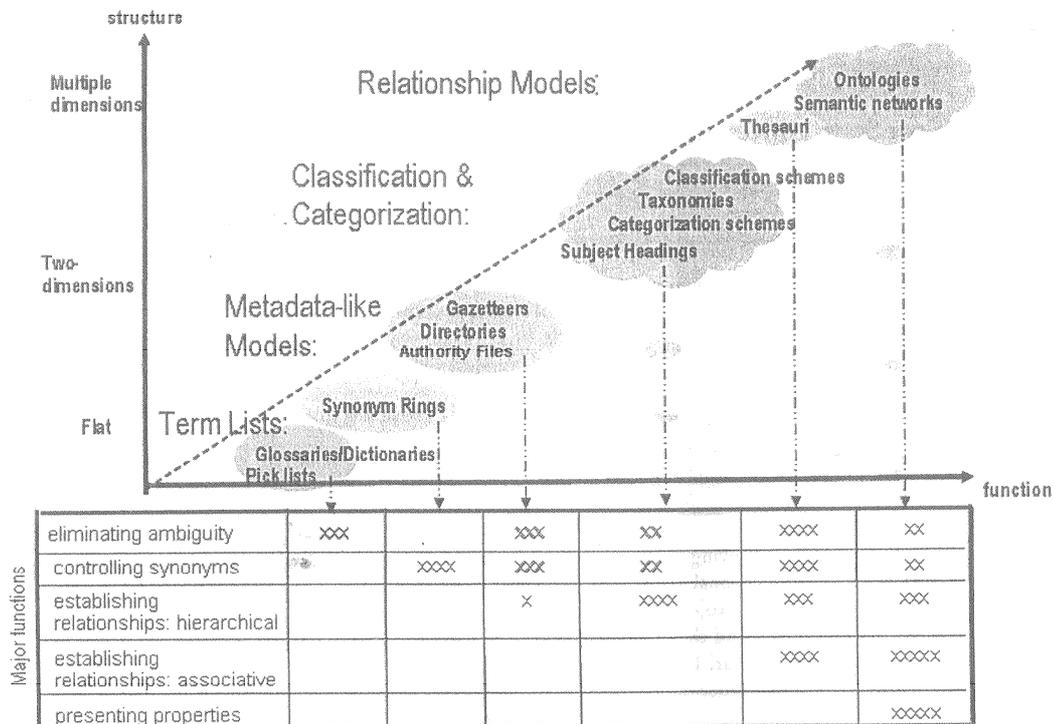


FIGURA 8 – An overview of the structures and functions of KOS

Fonte: Zeng (2008, p. 161)

A autora ressalta que tais agrupamentos não são mutuamente exclusivos, mas organizados com base na estrutura e principais funções de cada instrumento, destacando que o principal foco das ontologias é a representação de propriedades e relacionamentos e não aspectos terminológico, tais como a eliminação de ambigüidades e o controle de sinônimos.

Gomes (2009) destaca que como parte da organização social do conhecimento, a elaboração de SKO é vista, claramente, como construção dependente de pressupostos epistemológicos, devendo basear-se na reflexão acerca de considerações práticas e não de crenças ou referências dos usuários, cabendo aos profissionais da informação a capacidade de identificar este viés, ao menos, em alguns domínios.

Vickery (2008, p. 2), baseando-se em uma abordagem histórica, apresenta quatro fases na evolução dos KOS:

1. Época em que os KOS tornaram a forma de estruturas estáticas (índice de um assunto em papel, um catálogo de fichas, etc.) organizadas em ordem alfabética, ou em algum padrão de assunto "significativo" (normalmente classificação

hierárquica) e as entradas deveriam ser únicas, ou os termos em combinação (pré-coordenada).

2. Era "pós-coordenada". Nesta fase os KOS transformaram-se em elementos manipuláveis de modo independente (cartões perfurados ou entradas em um arquivo de computador), utilizados dinamicamente. Inicialmente não existiam relações semânticas neste processo, formadas apenas na mente do indexador ou pesquisador, as quais foram introduzidas posteriormente a partir da construção de tesouros.

3. A era da Internet caracterizada principalmente pelos três tipos de pesquisas *online* utilizadas: (a) a hierárquica (e agora, por vezes, a classificação facetada) usada para exibir os termos, por meio dos quais o usuário pode "descer" até que ele atinja um termo que represente de forma mais eficiente sua consulta; (b) as referências de citações (links URL) de um item da Web para outro; (c) e os "motores de busca", índices construídos pela extração de palavras isoladas a partir dos textos de itens individuais. Nesta fase, ainda não há nenhuma relação semântica explícita, embora a capacidade para pesquisar em termos adjacentes ou próximos introduz relações implícitas.

4. A esperada era da Web Semântica introduz uma nova concepção de KOS, diferente de seus predecessores destinados para o uso humano, agora os KOS podem ser usados por "agentes inteligentes" para a busca de informações. Para alcançar tais características torna-se necessário a explicitação das relações semânticas entre os termos, possibilitando a realização de inferências automáticas, dando origem a uma nova categoria de KOS que passou a ser denominada como "ontologia".

Assim, verifica-se que as tecnologias desenvolvidas no âmbito do ambiente Web têm provocado uma série de avanços e melhorias significativas no âmbito da representação de informações em ambientes digitais. Nesta perspectiva, o próximo capítulo apresenta um breve histórico da evolução das tecnologias Web e como tais tecnologias têm influenciado o desenvolvimento de bibliotecas digitais.

CAPÍTULO 3

CONTEXTUALIZANDO BIBLIOTECAS DIGITAIS E TECNOLOGIAS SEMÂNTICAS

No âmbito da gestão de recursos informacionais os processos de organização e recuperação sempre estiveram condicionados às tecnologias utilizadas. Assim, verifica-se que as novas tecnologias semânticas têm acarretado verdadeiras mudanças paradigmáticas nos processos de desenvolvimento e administração de bibliotecas e unidades de informação.

Ao longo dos últimos anos, o desenvolvimento das TIC tem acarretado uma nova gama de necessidades informacionais, impulsionado mudanças no próprio conceito de Biblioteca Digital, o qual passa por profundas inquietações, impondo a necessidade de reavaliação dos instrumentos, conceitos e tecnologias empregadas.

Nesta perspectiva, verifica-se que as tecnologias propostas inicialmente para o ambiente Web têm impactado diretamente no âmbito de desenvolvimento de bibliotecas, instigando pesquisas e debates conceituais que têm entre seus objetivos identificar as principais tecnologias e terminologias que melhor definam as bibliotecas do futuro. Diversas nomenclaturas vêm sendo propostas na literatura com o intuito de expressar de maneira mais consistente as novas potencialidades e características das bibliotecas contemporâneas.

Deste modo, o presente capítulo discorre acerca dos conceitos de Biblioteca Digital e Tecnologias Semânticas, apresentando um breve histórico da evolução das tecnologias Web, a partir das principais concepções e tecnologias relacionadas ao desenvolvimento de bibliotecas digitais, bem como, as características dos principais formatos de descrição bibliográfica utilizados em ambientes digitais e serviço de referência digital.

3.1 Biblioteca Digital: concepções e abordagens

Ao longo dos últimos anos, o termo biblioteca digital tem sido utilizado indistintamente para designar uma temática que engloba atividades de pesquisa muito variadas, fundamentadas a partir de diferentes concepções e abordagens.

Os estudos relacionados ao desenvolvimento de bibliotecas digitais despontaram no início da década de 1990, tendo sido apresentados inicialmente sob o título de “bibliotecas

eletrônicas”. Em 1993 surgiram as primeiras seções especiais em periódicos e, influenciadas por financiamentos substanciais, proliferaram as conferências, tutoriais e workshops temáticos (FOX *et al.*, 1995).

Borgman (1999) defende que bibliotecas digitais são associadas a dois significados distintos, devido aos diferentes enfoques utilizados pelos profissionais de Computação e Ciência da Informação, principalmente em relação ao alcance do conceito “biblioteca”. A autora destaca que, em geral, os pesquisadores da área de Computação vêm bibliotecas digitais como uma coleção de conteúdos, preocupando-se em como desenvolver sistemas eficientes, enquanto bibliotecários destacam os aspectos institucionais e os serviços oferecidos pelas bibliotecas digitais.

Como um exemplo típico do enfoque da área de Computação Fox e Marchionini (1998) afirmam que bibliotecas digitais envolvem diversas questões complexas e avançadas de sistemas de informação, como armazenamento de documentos digitais, gerenciamento de banco de dados distribuídos e heterogêneos, recuperação e filtragem de informação, suporte à colaboração, direitos de acesso, dentre outras.

No âmbito da área de Ciência da informação, Waters (1998) apresenta a definição de biblioteca digital proposta pela *Digital Library Federation*⁸ (DLF):

Bibliotecas digitais são organizações que fornecem os recursos, incluindo o auxílio especializado, para selecionar, estruturar, fornecer acesso intelectual para, interpretar, distribuir, preservar a integridade e garantir a persistência ao longo do tempo de coleções de obras digitais para que eles sejam prontamente e economicamente disponíveis para uso por uma comunidade definida ou um conjunto de comunidades.

Waters reconhece que a declaração DLF é ampla e destina-se a compreender outros usos do termo, focando-se principalmente no caráter institucional das bibliotecas digitais como uma organização cujos serviços incluem o fornecimento de recursos de informação em formas digitais e acrescentando o elemento da tutela na preservação da integridade e garantia da persistência de coleções digitais.

Pautando-se nas principais características esperadas de uma biblioteca digital a *Association of Research Libraries*⁹ (ARL) destaca que uma biblioteca digital não é uma entidade única, requerendo tecnologias que possibilitem a ligação entre recursos disponíveis em vários sistemas de informação, sendo transparentes aos usuários finais e disponibilizando

⁸ <http://www.diglib.org>

⁹ <http://www.arl.org>

artefatos digitais que não poderiam ser representados ou distribuídos em formatos impressos (ARL, 1995).

Nesta perspectiva, contrapondo o conceito de biblioteca que tradicionalmente remete-se a lugares fechados e reservados, no âmbito das bibliotecas digitais o conceito de lugar torna-se tênue, na medida em que estas se apresentam como sistemas de informações distribuídos, potencializando novos fatores como disponibilidade e confiabilidade.

Para Bax (1997, p. 2), "as bibliotecas digitais são entidades capazes de vencer as limitações naturais, espaço - temporais, impostas a objetos físicos (livros, estantes, salas, prédios), permitindo novas práticas de trabalho e oportunidades".

A concepção de bibliotecas digitais como sistemas justifica-se a partir dos pressupostos epistemológicos inerentes ao paradigma físico da área de Ciência da Informação, estando intimamente ligados a Teoria da Informação de Shannon e Weaver (1949) e a Cibernética de Wiener (1970).

Toutain (2006, p. 16) apresenta a seguinte definição de biblioteca digital:

Biblioteca que tem como base informacional conteúdos em texto completo em formatos digitais – livros, periódicos, teses, imagens, vídeos e outros – que estão armazenados e disponíveis para acesso, segundo processos padronizados, em servidores próprios ou distribuídos e acessados via rede de computadores em outras bibliotecas ou redes de bibliotecas da mesma natureza.

Para Tramullas Saz (2002), biblioteca digital apresenta-se como um sistema de tratamento técnico, acesso e transferência de informação digital, estruturado ao redor do ciclo de vida de uma coleção de documentos digitais, sobre os quais se oferecem serviços interativos de valor agregado para o usuário final.

Nesse contexto, também é possível identificar com certa frequência na literatura os conceitos: biblioteca eletrônica e biblioteca virtual. Por biblioteca eletrônica entende-se uma biblioteca informatizada, mas que não possui a totalidade de seu acervo disponibilizado em formato digital, e biblioteca virtual representa uma biblioteca digital que faz uso das tecnologias de realidade virtual (MARCHIORI, 1997; OHIRA; PRADO; CUNHA, 2002).

Outros autores têm empregado o conceito de bibliotecas híbridas referindo-se as bibliotecas que se utilizam das tecnologias disponíveis para integrar, na mesma biblioteca, as características de bibliotecas convencionais e digitais (OPPENHEIM; SMITHSON, 1999; MACEDO; MODESTO, 1999; GARCEZ; RADOS, 2002).

Segundo Tramullas Saz (2002), o conceito de biblioteca híbrida justifica-se devido aos problemas de integração entre as coleções de informações eletrônicas externas e as novas informações desenvolvidas a partir de processos de digitalização, de modo que não se apresentam como um estado de transição temporário, mas estão se tornando, de fato, um tipo específico de biblioteca digital.

Ainda, neste vasto repertório conceitual, influenciado pelas novas nomenclaturas utilizadas no ambiente Web, tais como Web 2.0 e Web 3.0 discutidas no capítulo anterior, observa-se uma tendência de utilização de expressões como “biblioteca 2.0” e até mesmo “biblioteca 3.0”.

De acordo com Maness (2006), o termo Biblioteca 2.0 foi concebido por Casey em seu blog LibrayCrunch¹⁰ e consiste na aplicação das tecnologias baseadas na Web 2.0 em bibliotecas, utilizando-se dos recursos multimídia e colaborativos para ofertar serviços via Web. Nas denominadas Bibliotecas 2.0 é necessário ir além dos serviços tradicionais, estáticos e assíncronos, favorecendo de maneira efetiva a interação e colaboração dos usuários (BREEDING, 2007; BLATTMANN; SILVA, 2007).

Seguindo a mesma tendência, de utilização das terminologias utilizadas no ambiente Web para se referir às bibliotecas, Saw e Todd (2007) afirmam que as Bibliotecas 3.0 já são uma realidade próxima, e com previsão e planejamento tais bibliotecas irão superar muitas barreiras.

O conceito Biblioteca 3.0 têm sido utilizado por alguns autores ao se referir às bibliotecas que utilizam tecnologias relacionadas à Web Semântica, ou Web 3.0. Deste modo, espera-se que uma maior intersecção entre as pesquisas relacionadas com biblioteca digital e Web Semântica produzam ferramentas analíticas e interfaces de apresentação melhores adaptadas as necessidades dos usuários (MACGREGOR, 2008; GREENBERG, 2007).

Outro conceito apresentado na literatura é o de Bibliotecas Digitais Semânticas, referindo-se a bibliotecas digitais que se fundamentam em tecnologias semânticas, possibilitando a descrição de recursos informacionais em RDF e a realização de buscas semânticas a partir de ontologias (KRUK; DECKER; ZIEBORAK, 2005).

¹⁰<http://www.librarycrunch.com>

Nesta perspectiva, Greenberg (2007) destaca que existem fortes relações entre a Web Semântica e as bibliotecas digitais, pois ambas possuem características comuns: são desenvolvidas, em parte, como respostas para a abundância de informação; possuem missões fundamentadas no serviço, acesso à informação e descoberta de conhecimento; e têm se desenvolvido a partir padrões e tecnologias colaborativas.

3.2 Evolução da Web e as Tecnologias Semânticas

A Web constitui-se inegavelmente como uma das mais ricas fontes de informações contemporâneas, apresentando-se como um ambiente interativo que possibilita o armazenamento e troca de informações em escala global. Desde seus primórdios influenciou o desenvolvimento de inúmeras tecnologias a partir de esforços colaborativos de pesquisadores de várias partes do mundo, de modo que o escopo de aplicabilidade das tecnologias Web ultrapassou os limites da virtualidade, trazendo no bojo de seu desenvolvimento conseqüências culturais, econômicas, políticas e sociais.

Conforme destaca Machado (1993, p. 11),

[...] é impensável uma época de florescimento cultural sem um correspondente progresso das suas condições técnicas de expressão, como também é impensável uma época de avanços tecnológicos sem conseqüências no plano cultural.

As tecnologias apontam perspectivas inovadoras e abrem portas (ou *Windows*¹¹) para o futuro, permitindo novas visões de mundo antes inimagináveis. Afinal, o que seria da *Google*¹² sem as tecnologias Web? E quem poderia imaginar que esta empresa baseada exclusivamente em tais tecnologias, apenas uma década após a sua criação, figuraria na lista das 10 empresas mais poderosas e caras do planeta?

Foi em 1989 que Tim Berners-Lee, pesquisador do *European Organization for Nuclear Research Center* (CERN), apresentou a proposta de elaboração do ambiente gráfico hipermídia que denominou como Web, figura 9, possibilitando a difusão de textos, imagens estáticas, áudios, vídeos e animações de forma integrada por meio da Internet (BERNERS-LEE, 1989).

¹¹ Janelas. Em referência ao Sistema Operacional Windows que também revolucionou a forma como interagimos com as tecnologias digitais.

¹² <http://www.google.com>

Vague but exciting ...

CERN DD/OC

Tim Berners-Lee, CERN/DD

Information Management: A Proposal

March 1989

Information Management: A Proposal

Abstract

This proposal concerns the management of general information about accelerators and experiments at CERN. It discusses the problems of loss of information about complex evolving systems and derives a solution based on a distributed hypertext system.

Keywords: Hypertext, Computer conferencing, Document retrieval, Information management, Project control

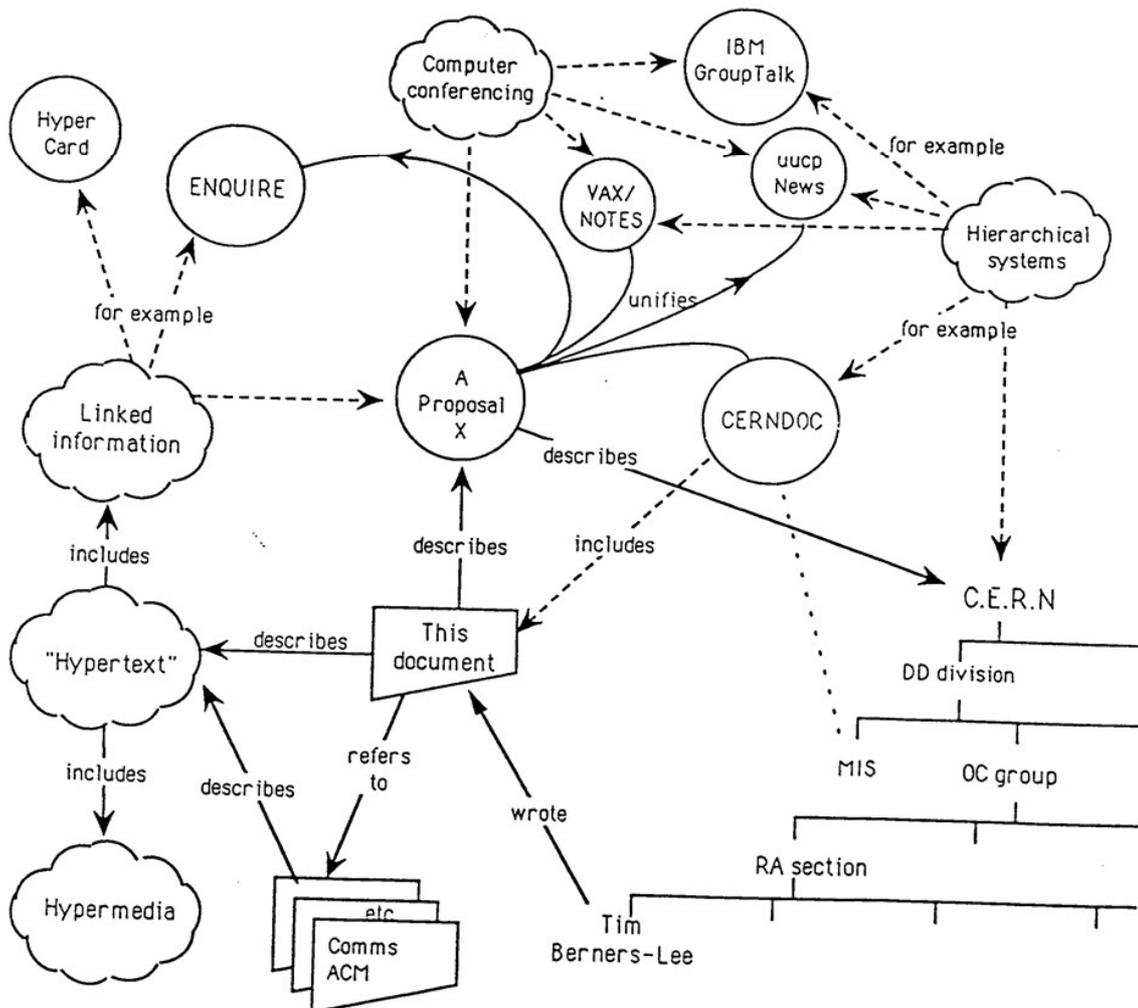


FIGURA 9 - Capa da proposta original da Web
Fonte: Gillies e Cailliau, 2000, p. 181.

A Web¹³ atualmente é tão popular e ubíqua que muitos usuários a confundem com a própria Internet¹⁴ – infra-estrutura de redes, servidores e canais de comunicação que lhe dá sustentação (SOUZA; ALVARENGA, 2004).

Com a grande aceitação e utilização do ambiente Web, em escala global, tornou-se necessária a criação de um órgão responsável para administrar seu desenvolvimento, então em outubro de 1994 foi fundado no *Massachusetts Institute of Technology, Laboratory for Computer Science* (MIT/LCS) o *World Wide Web Consortium*¹⁵ (W3C), um consórcio mundial, liderado por Tim Berners-Lee, que reúne empresas, instituições acadêmicas, profissionais e pesquisadores com o objetivo de padronizar novas tecnologias que permitam estender gradativamente as funcionalidades da Web (JACOBS, 2006).

Assim, a partir do empenho de um grande contingente de pesquisadores filiados ao W3C, em meados de 1998 começaram a formalizar-se pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de uma nova geração da Web denominada como Web Semântica, tendo como objetivo possibilitar a incorporação de ligações semânticas aos recursos informacionais e entender gradativamente o potencial de utilização de tais recursos no ambiente Web.

Bernes-Lee (1998) destaca que o primeiro passo para o desenvolvimento da Web Semântica é a inclusão de dados em um formato de tal modo que os sistemas computacionais possam naturalmente “compreender”. Assim, a partir da expressão: “*Machine understandable information*” foram iniciados os primeiros estudos para o desenvolvimento das “Tecnologias Semânticas”, disseminando a expressão Web Semântica como um título genérico que representa uma série de pesquisas com o objetivo comum de favorecer um melhor aproveitamento das potencialidades do ambiente Web a partir do uso intensivo de linguagens computacionais para o processamento semântico e realização de inferências automáticas.

Nesta perspectivas, inúmeros autores defendem a concepção de que a Web tem evoluído de forma análoga a um sistema computacional, possuindo diferentes versões, cada qual com características distintas e relativamente bem definidas.

¹³ Web ou *World Wide Web* (WWW) em tradução literal significa “Teia de Alcance Mundial”, uma metáfora utilizada para representar a conectividade e dinamismo do ambiente hipermídia que se tornou o serviço mais popular da rede global de computadores.

¹⁴ Considera-se que a Internet surgiu em 1969, quando o pesquisador Leonard Kleinrock estabeleceu a primeira comunicação entre dois computadores conectados a então denominada *Advanced Research Project Agency Network*, (ARPANET), enviando uma mensagem de um computador localizado na Universidade da Califórnia, em Los Angeles (UCLA), para outro localizado no *Stanford Research Institute* (SRI).

¹⁵ <http://www.w3.org>

Em 2004, Tim O'Reilly e Dale Dougherty da *O'Reilly Media*¹⁶ utilizaram pela primeira vez o termo Web 2.0 para descrever os modelos e tendências de negócios que sobreviveram à crise do setor de tecnologia no final da década de 1990 (O'REILLY, 2005).

Para os seus defensores a concepção da Web 2.0 baseia-se essencialmente na colaboração e compartilhamento de recursos entre os usuários, diferenciando-se da Web 1.0, na qual a principal preocupação é a construção da própria rede e os usuários caracterizam-se como consumidores passivos das informações disponibilizadas.

Kamel Boulos e Wheelert (2007) afirmam que, entre as aplicações mais populares consideradas fundamentalmente como de Web 2.0, podem-se destacar os *blogs*, *wikis*¹⁷ e *podcasts*¹⁸, apesar de tais tecnologias representarem apenas “a ponta do *iceberg*” das potencialidades das redes sociais e colaborativas.

Contudo, existem divergências quanto à categorização de algumas tecnologias cuja origem precede a própria criação do termo Web 2.0. Os principais parâmetros utilizados para denominar uma tecnologia como de Web 2.0 baseiam-se no nível de interação e de experiências dinâmicas que esta possibilita, considerando que a Web 1.0 fundamentalmente comporta apenas tecnologias estáticas e de natureza pronto-consumo (MANESS, 2006).

Em 2006 o jornalista John Markoff utilizou pela primeira vez o termo Web 3.0, pressupondo uma terceira geração de serviços Web baseados em “sistemas inteligentes”, capazes de interpretar conteúdos informacionais e favorecer respostas mais eficientes às buscas realizadas pelos usuários (MARKOFF, 2006).

Nesta perspectiva, aventurando-se em uma projeção futurística dos rumos que irão tomar as tecnologias Web, a empresa de consultoria norte americana Radar Networks¹⁹ divulgou uma instigante gráfico, figura 10, buscando representar sua visão do passado, presente e futuro da Web.

¹⁶ <http://oreilly.com>

¹⁷ Termo utilizado para designar um tipo específico de página Web que se baseia em documentos de hipertextos criados de modo colaborativo.

¹⁸ Termo resultante da junção de iPod e *broadcast* (transmissão de informações), utilizado para designar softwares que possibilitam desenvolver, disseminar e receber periodicamente conteúdos audiovisuais por meio da internet.

¹⁹ <http://www.radarnetworks.com>

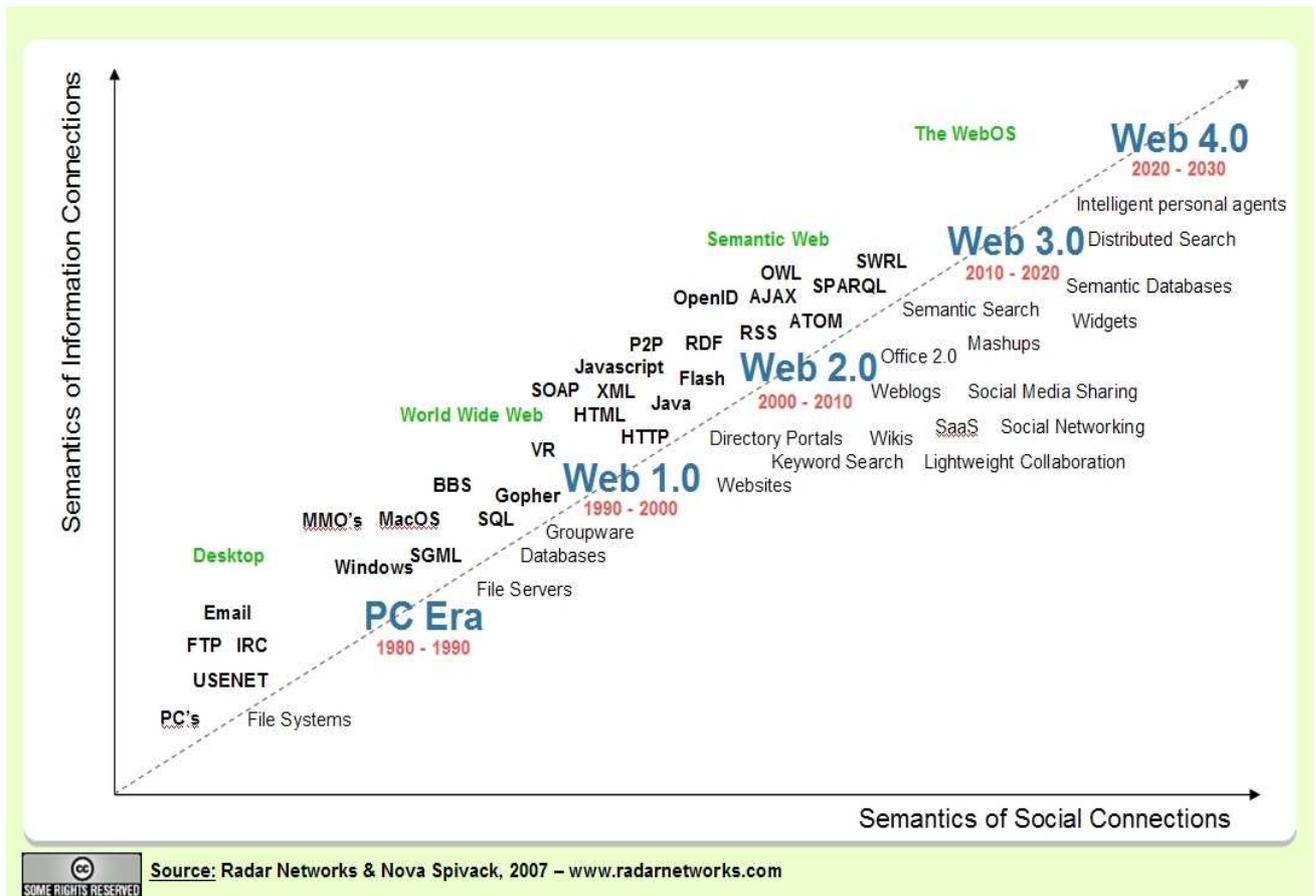


FIGURA 10 – Passado – Presente – Futuro da Web
Fonte: Spivack, 2007.

Conforme pode ser observado, Spivack além de apresentar os primórdios da Web e as principais tecnologias relacionadas com a Web 1.0, Web 2.0 e Web 3.0, também menciona o inusitado termo “Web 4.0”, sugerindo uma nova geração de tecnologias Web, baseada em Sistemas Operacionais *online*.

Nesse contexto, verifica-se que as denominações utilizadas para conceituar o ambiente Web têm essencialmente a intenção de alterar a forma como compreendemos tal ambiente, favorecendo uma maior divulgação de novas concepções, contudo não representam uma ruptura em relação às tecnologias utilizadas e, muitas vezes acarretam uma pluralidade semântica desnecessária, ao apresentar novas denominações para conceitos já estabelecidos, como é o caso da Web Semântica e Web 3.0.

De acordo com uma entrevista divulgada pelo site *The Register*²⁰, o próprio Bernes-Lee demonstra certo desprezo em relação a tais “modismos conceituais” e, quando

²⁰ <http://www.theregister.co.uk>

questionado sobre o termo Web 2.0, denominou-o como “*useless jargon nobody can explain and a set of technology that tries to achieve exactly the same thing as ‘Web 1.0’*” (CLARKE, 2006).

Nesta perspectiva, uma década após o início do projeto Web Semântica observa-se que ainda há muito a ser feito para sua possível concretização; contudo, independente das nomenclaturas e denominações empregadas, é inegável o fato de que tecnologias desenvolvidas no âmbito do ambiente Web têm provocado uma série de avanços e melhorias significativas em inúmeras áreas do conhecimento. Tais tecnologias têm sido freqüentemente denominadas como “Tecnologias Semânticas”, conforme apresentado na próxima seção.

Desde os primórdios da área de Computação, o desenvolvimento de linguagens computacionais sempre foi um tema recorrente e determinante para o avanço das pesquisas em ambientes digitais, tendo impulsionado a criação de uma grande variedade de linguagens com diferentes características e propósitos.

A partir do avanço das TIC e a popularização da Web, linguagens como a *Hypertext Markup Language*²¹ (HTML) passaram a fazer parte do cotidiano de bilhões de pessoas em todo mundo. Contudo, verificou-se que as dificuldades para a organização e recuperação de informações aumentaram exponencialmente na mesma proporção que a quantidade de recursos disponibilizados na Web.

Nesse contexto, tornou-se evidente a necessidade de desenvolvimento de novas tecnologias que possibilitassem descrever de forma mais eficiente os conteúdos inerentes aos recursos informacionais; tal necessidade deu origem às denominadas tecnologias semânticas.

De acordo com Carvalho e Carvalho (1975), semântica é o estudo do significado das palavras considerado como o componente de sentido e de interpretação de sentenças e enunciados. As tecnologias semânticas caracterizam-se como linguagens que possibilitam ir além de representações sintáticas, descrevendo computacionalmente os aspectos semânticos dos documentos, dando suporte à utilização de ontologias e realização de inferências automáticas.

O W3C desempenha um papel fundamental no desenvolvimento e padronização das tecnologias semânticas, e desde a sua fundação tem favorecido a criação de inúmeras tecnologias e padrões, os quais deram origem a denominada arquitetura da Web Semântica.

²¹ Linguagem de Marcação de Hipertexto.

A arquitetura da Web Semântica, figura 11, é constituída a partir de uma série de camadas que representam as etapas e tecnologias necessárias para sua concretização, de tal forma que cada camada possibilite estender as funcionalidades presentes nas anteriores, favorecendo uma estrutura semanticamente compatível e escalonável.

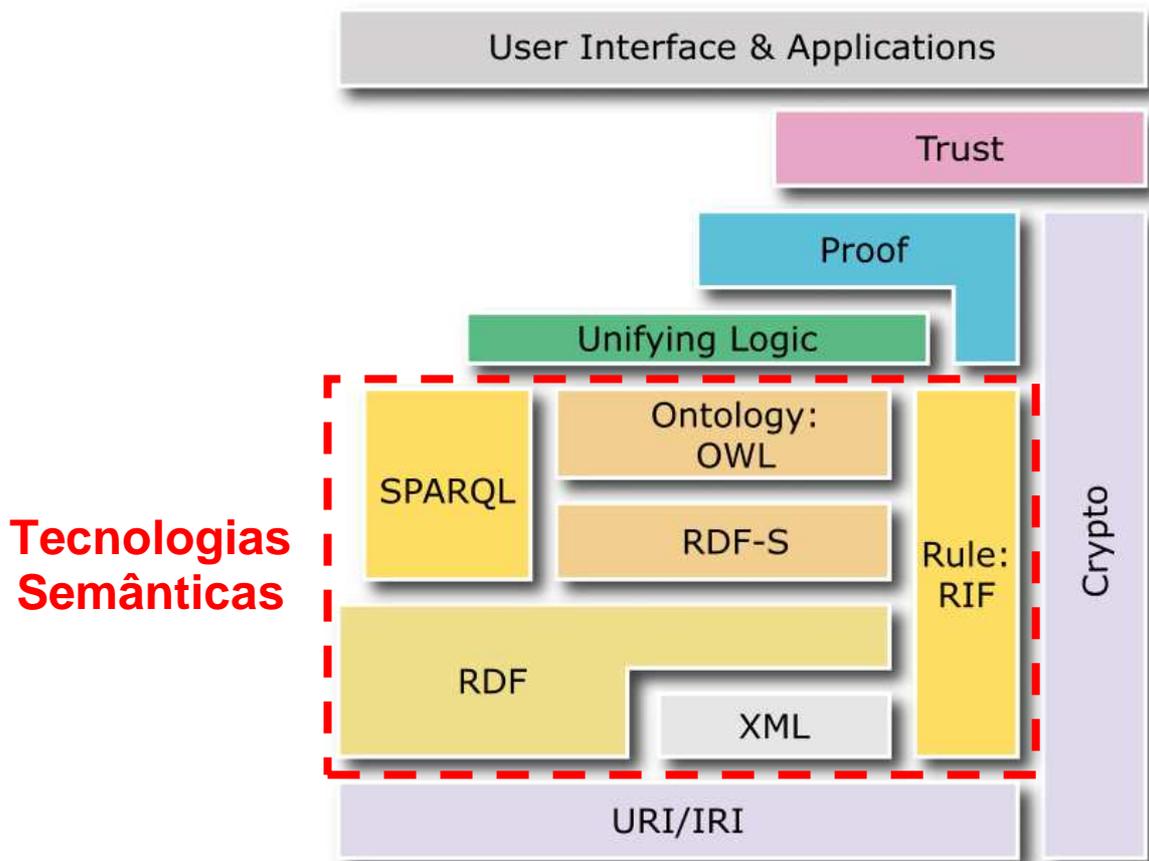


FIGURA 11 – Arquitetura da Web Semântica e Tecnologias Semânticas
FONTE: Adaptado de Bratt (2008, p. 22)

Conforme pode ser observado, as tecnologias semânticas (XML; RDF; RDF-S; OWL; SPARQL; RIF) formam o núcleo duro da arquitetura da Web Semântica, padronizando o modo como as informações devem ser representadas, organizadas e recuperadas. Assim, de acordo com o enfoque desta pesquisa, pode-se descrever sucintamente cada uma das tecnologias semânticas conforme apresentado a seguir:

- **XML** - Extended Markup Language é uma linguagem computacional que permite a definição de marcas personalizadas, possibilitando a definição de conjuntos de elementos e regras de sintaxe processáveis por máquinas;

- **RDF** - *Resource Description Framework* é uma linguagem computacional para modelagem semântica que possibilita a definição de declarações sobre tipos de objetos, possui uma expressividade limitada, fornecendo mecanismos para a descrição de relacionamentos de recursos específicos, limitando-se ao nível de instância, não permitindo a utilização de conectivos lógicos de negação, disjunção e conjunção;
- **RDF-S** - *Resource Description Framework-Schema* é uma linguagem computacional para a representação de vocabulários em RDF, fornecendo uma estrutura para descrever propriedades e classes, possibilita um maior nível de abstração, definição de conceitos primitivos e tipos de objetos;
- **OWL** - *Web Ontology Language* é uma linguagem computacional para o desenvolvimento de ontologias, permite descrever os aspectos semânticos e relacionamentos existentes entre os conceitos de um domínio de forma mais abrangente, estendendo a expressividade das linguagens RDF e RDF-S;
- **RIF** – *Rule Interchange Format* é um padrão para intercâmbio de regras, possibilitando maior interoperabilidade entre as regras lógicas utilizadas em diferentes sistemas, baseia-se na concepção de que uma linguagem única não abrangeria todos os paradigmas de representação do conhecimento utilizados;
- **SPARQL** - *SPARQL query language for RDF* é uma linguagem computacional utilizada para realizar consultas sobre estruturas RDF, incluindo estruturas descritas por meio da linguagem OWL. Como não possui mecanismos de inferência, possibilita manipular apenas informações armazenadas em um meio físico qualquer;

Nesta perspectiva, baseando-se nas características de tais tecnologias, e de acordo com os principais conceitos que norteiam o desenvolvimento de sua arquitetura de camadas, elaboramos um espectro da Web Semântica, figura 12, no intuito de omitir detalhes técnicos e favorecer sua melhor compreensão.

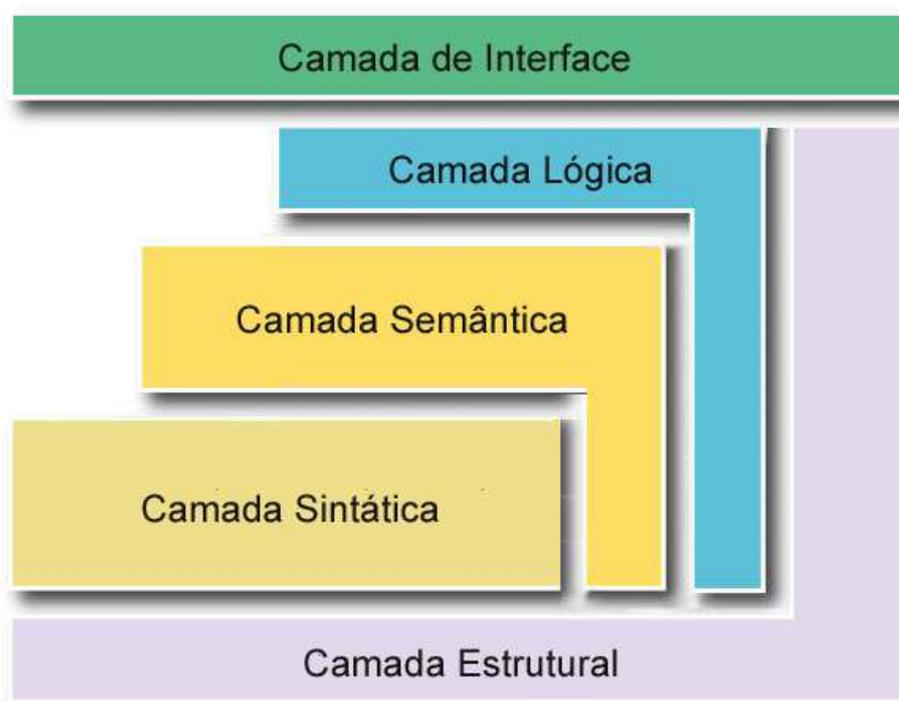


FIGURA 12 – Espectro da Web Semântica

Baseando-se no que foi exposto até o momento, cada uma das camadas apresentadas pode ser descrita sucintamente da seguinte forma:

- **Camada Estrutural:** Constitui o alicerce para todas as demais camadas, possibilitando a identificação dos recursos de forma única e padronizada e fornecendo meios seguros para representação, armazenamento e transmissão das informações.
- **Camada Sintática:** Fornece meios para a verificação da consistência dos recursos, por meio da definição e validação de regras sintáticas formalmente descritas, possibilitando a estruturação dos conteúdos associados a cada recurso.
- **Camada Semântica:** Permite a criação de vocabulários para a descrição dos aspectos semânticos dos recursos e a definição das relações existentes entre estes, a partir de especificações formais, explícitas e compartilhadas de conceitos.
- **Camada Lógica:** Define regras lógicas que possam ser verificadas computacionalmente, permitindo a realização de inferências automáticas e a verificação do nível de coerência lógica dos recursos.
- **Camada de Interface:** Possibilita a interligação das camadas anteriores com aplicações desenvolvidas com propósitos específicos, favorecendo maior interoperabilidade e compatibilidade semântica entre sistemas.

Neste contexto, espera-se que a partir da camada de Interface sejam desenvolvidos aplicativos que favoreçam a utilização das novas possibilidades oferecidas pelas tecnologias semânticas. Entre tais aplicativos, de acordo com a proposta desta pesquisa, pode-se destacar as denominadas Bibliotecas Digitais Semânticas, uma nova categoria de bibliotecas digitais que possuem como principal característica o uso intensivo de ontologias para a representação e recuperação dos recursos informacionais.

Para atingir tais objetivos é necessária uma série de procedimentos que favoreçam a uniformização no modo como as informações são representadas, com base em uma visão integradora, evidenciando a importância de investigações relativas a padrões de intercâmbio e controle de linguagem, a partir de formatos de descrição e representação (CAMPOS; CAMPOS; CAMPOS, 2006).

3.3 Formatos de descrição bibliográfica

Um formato de descrição bibliográfica é uma definição formal da sintaxe, do significado e das regras utilizadas para descrever os recursos de uma unidade de informação. Formatos de descrição bibliográfica são descendentes de conjuntos de regras para descrever recursos bibliográficos utilizados desde o século XIX (DABROWSKI; SYNAK; KRUK, 2009).

A representação descritiva de documentos é usualmente denominada como catalogação e tem como objetivo descrever de forma resumida e padronizada um recurso informacional, identificando-o de modo único e favorecendo sua posterior recuperação e disseminação.

A moderna catalogação teve início no século XIX nos EUA e Europa a partir da consagração dos catálogos como instrumento de mediação das bibliotecas, tendo como um de seus principais expoentes Cutter (1904) que, baseando-se no princípio da conveniência do usuário, propôs que os catálogos fossem elaborados a partir de três princípios básicos: (1) permitir encontrar um documento por autor, título ou assunto; (2) mostrar o que a biblioteca possui sobre um autor ou assunto; (3) auxiliar na escolha do material (GARRIDO ARRILLA, 1996; BURNETT; KWONG; PARK, 1999).

Com o avanço das TICs e a necessidade de identificação e recuperação dos recursos disponibilizados em meio digital o termo “metadados” passou a ser utilizado para designar instrumentos computadorizados de descrição de recursos informacionais, apresentando-se como um novo produto da catalogação.

De acordo com a *National Information Standards Organization*²² – NISO (2004, p. 1)

O termo metadados é usado diferente em diferentes comunidades. Algumas usam para se referir a informações compreensíveis por máquina, enquanto outras usam apenas para registros que descrevem recursos eletrônicos. No ambiente bibliotecário, metadados é comumente usado para qualquer formal sistema de descrição de recursos, aplicáveis a qualquer tipo de objeto, digital ou não-digital.

A recente proliferação dos padrões e esquemas de metadados é consequência da explosão informacional que ocorreu nos últimos anos, pois a popularização da Web e do acesso aos computadores favorece um aumento constante e exponencial na quantidade de recursos informacionais produzidos e disponibilizados.

Conforme destaca Ercegovac (1999), os metadados apresentam-se como um componente essencial para a representação de conhecimento e mineração de dados em bibliotecas digitais, da mesma forma que os catálogos tradicionais nas bibliotecas convencionais.

Metadados são fundamentais para garantir que os recursos permanecerão acessíveis no futuro e possibilitam descrevê-los em qualquer nível de agregação, seja um recurso único, uma coleção, ou um componente específico de um recurso (como uma fotografia apresentada em um livro).

No âmbito das bibliotecas digitais, onde coleções individuais, heterogêneas e distribuídas precisam ser interligadas, está-se testemunhando a criação de diferentes padrões de metadados (ERCEGOVAC, 1999).

A necessidade de compartilhar informações entre instituições, nacionais e internacionais, tem impulsionado o desenvolvimento de normas, regras e procedimentos para promover a interoperabilidade e conciliação das características comuns dos padrões e formatos existentes. Assim, de acordo com o enfoque desta pesquisa apresentam-se a seguir alguns dos principais padrões de metadados utilizados.

²² <http://www.niso.org>

3.3.1 MARC 21 e MARC XML

O formato MARC, *Machine Readable Cataloging*, foi desenvolvido com o intuito de suprir as necessidades informatização de catálogos bibliográficos, possibilitando a catalogação e o intercâmbio de registro bibliográficos em um formato que pudesse ser legível por máquinas, buscando um melhor gerenciamento do processo de catalogação, reduzir custos e minimizar os esforços necessários para se compartilhar informações.

A partir da década de 1970 o MARC deu origem a diversos formatos em diferentes países, ocasionando dificuldades no intercâmbio de informações, de modo que apenas no final da década de 1990 originou-se o padrão MARC 21, a partir da harmonização dos formatos USMARC - desenvolvido pela *Library of Congress* (LC) e CAN/MARC - desenvolvido pela Biblioteca Nacional do Canadá (STEWART, 1999).

Considerado um formato completo de descrição bibliográfica, a estrutura do MARC 21 se baseia no AACR2 (*Anglo-American Cataloguing Rule*) e contempla a representação em diversos suportes, tais como: livros, periódicos, mapas, música, materiais de arquivo e manuscritos, arquivos de computador e materiais visuais.

O MARC XML possui exatamente a mesma estrutura do formato MARC 21, diferenciando-se apenas na forma de representação, de modo que, a partir da linguagem XML potencializa a interoperabilidade na descrição dos recursos e possibilita a navegabilidade no ambiente Web. A figura 13 apresenta a estrutura de um registro descrito em MARC XML.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <collection xmlns="http://www.loc.gov/MARC21/slim">
- <record>
  <leader>01142cam 2200301 a 4500</leader>
  <controlfield tag="001">92005291</controlfield>
  <controlfield tag="003">DLC</controlfield>
  <controlfield tag="005">19930521155141.9</controlfield>
  <controlfield tag="008">920219s1993 caua j 000 0 eng</controlfield>
- <datafield tag="010" ind1="" ind2="">
  <subfield code="a">92005291</subfield>
</datafield>
- <datafield tag="020" ind1="" ind2="">
  <subfield code="a">0152038655 :</subfield>
  <subfield code="c">$15.95</subfield>
</datafield>
- <datafield tag="040" ind1="" ind2="">
  <subfield code="a">DLC</subfield>
  <subfield code="c">DLC</subfield>
  <subfield code="d">DLC</subfield>
</datafield>
- <datafield tag="042" ind1="" ind2="">
  <subfield code="a">lcac</subfield>
</datafield>
- <datafield tag="050" ind1="0" ind2="0">
  <subfield code="a">PS3537.A618</subfield>
  <subfield code="b">A88 1993</subfield>
</datafield>
- <datafield tag="082" ind1="0" ind2="0">
  <subfield code="a">811/.52</subfield>
  <subfield code="2">20</subfield>
</datafield>
- <datafield tag="100" ind1="1" ind2="">
  <subfield code="a">Sandburg, Carl,</subfield>
  <subfield code="d">1878-1967.</subfield>
</datafield>
- <datafield tag="245" ind1="1" ind2="0">
  <subfield code="a">Arithmetic </subfield>
  <subfield code="c">Carl Sandburg; </subfield>
</datafield>
- <datafield tag="250" ind1="" ind2="">
  <subfield code="a">1st ed.</subfield>
</datafield>
- <datafield tag="260" ind1="" ind2="">
  <subfield code="a">San Diego :</subfield>
  <subfield code="b">Harcourt Brace Jovanovich,</subfield>
  <subfield code="c">c1993.</subfield>
</datafield>
- <datafield tag="300" ind1="" ind2="">
  <subfield code="a">1 v. (unpaged) :</subfield>
  <subfield code="b">ill. (some col.) ;</subfield>
  <subfield code="c">26 cm.</subfield>
</datafield>
- <datafield tag="500" ind1="" ind2="">
  <subfield code="a">One Mylar sheet included in pocket.</subfield>
</datafield>
- <datafield tag="520" ind1="" ind2="">
  <subfield code="a">A poem about numbers and the... </subfield>
</datafield>
- <datafield tag="650" ind1="" ind2="0">
  <subfield code="a">Arithmetic</subfield>
  <subfield code="x">Juvenile poetry.</subfield>
</datafield>
- <datafield tag="650" ind1="" ind2="0">
  <subfield code="a">Children's poetry, American.</subfield>
</datafield>
- <datafield tag="650" ind1="" ind2="1">
  <subfield code="a">Arithmetic</subfield>
  <subfield code="x">Poetry.</subfield>
</datafield>
- <datafield tag="650" ind1="" ind2="1">
  <subfield code="a">American poetry.</subfield>
</datafield>
- <datafield tag="650" ind1="" ind2="1">
  <subfield code="a">Visual perception.</subfield>
</datafield>
- <datafield tag="700" ind1="1" ind2="">
  <subfield code="a">Rand, Ted,</subfield>
  <subfield code="e">ill.</subfield>
</datafield>
</record>
</collection>

```

FIGURA 13: Estrutura de um registro em formato MARC XML.
Fonte: Furrie (2003).

3.3.2 Dublin Core

O padrão de metadados Dublin Core (DC) foi concebido a partir do resultado do primeiro *Workshop* de Metadados, promovido em Dublin/EUA pela *Online Computer Library Center*²³ (OCLC) e a *National Center for Supercomputing Applications*²⁴ (NCSA) em 1995. Tem como objetivo principal identificar e definir um conjunto mínimo de elementos capazes de possibilitar a localização de documentos eletrônicos (WEIBEL; GODBY; MILLER, 1995).

Atualmente mantido pela *Dublin Core Metadata Initiative*²⁵, possui dois níveis: simples e qualificado. No nível simples o DC possui quinze elementos, conforme apresentado no quadro 1, e o nível qualificado inclui mais três elementos adicionais (Audiência, Proveniência e Detentor de Direitos), bem como um conjunto de qualificadores que refinam a semântica dos elementos de maneira que possam ser úteis para a descoberta de recursos (HILLMANN, 2005).

| Elemento | Descrição |
|--------------------|--|
| <i>Subject</i> | Tópico relacionado ao objeto descrito |
| <i>Title</i> | Nome do objeto |
| <i>Creator</i> | Pessoas diretamente responsáveis pelo conteúdo intelectual do objeto |
| <i>Publisher</i> | Agente ou agência responsável por tornar o objeto disponível |
| <i>OtherAgent</i> | Pessoas, tais como editores e ilustradores, que contribuíram de forma significativa para o conteúdo intelectual do objeto. |
| <i>Date</i> | Data da publicação |
| <i>ObjectType.</i> | Gênero do objeto, tal como uma novela, um poema ou dicionário |
| <i>Form</i> | Formato de dado do objeto, tal como <i>postScript</i> , HTML, etc. |
| <i>Identifier</i> | Números ou caracteres usados para identificar o recurso de forma única |
| <i>Relation</i> | Categoria de relacionamento do objeto com outros objetos |
| <i>Source</i> | Objetos dos quais o objeto descrito é derivado |
| <i>Language</i> | Idioma relativo ao conteúdo intelectual do objeto |
| <i>Coverage</i> | Localização especial e duração temporal do objeto |
| <i>Rights</i> | Contém ou referencia o direito de propriedade sobre o objeto |
| <i>Description</i> | Contém uma descrição textual do objeto ou uma referência para descrição |

Quadro 1 : Elementos básicos do padrão de metadados Dublin Core
Fonte: Adaptado de Hillmann (2005)

²³ <http://www.oclc.org>

²⁴ <http://www.ncsa.illinois.edu/>

²⁵ <http://dublincore.org/>

Segundo Marcondes (2006, p. 108),

Dublin Core é um padrão voltado principalmente para a descrição e a descoberta de documentos eletrônicos. Caso a biblioteca digital, além de referenciar recursos eletrônicos, seja uma publicadora ou editora, como o são várias bibliotecas digitais especializadas ou arquivos eletrônicos que têm a custódia dos documentos que compõem sua coleção, terá de se preocupar, além de referenciar seus documentos com metadados segundo padrões como o Dublin Core, com questões como copyright, administração e gestão destes documentos e a preservação digital dos mesmos.

Uma das principais características do padrão DC é que sua sintaxe não especifica o que um determinado elemento deve conter, não restringindo o valor de suas propriedades, apesar de existirem diretrizes recomendadas para sua utilização de maneira efetiva. Um exemplo típico é o elemento “Creator” que pode conter tanto um nome na forma textual, quanto um *link* para outro recurso.

Por ter sido desenvolvido, desde a sua concepção, para ser utilizado em ambientes digitais o DC é naturalmente representado por meio da linguagem XML; outro fator que deve ser destacado é que seus elementos são compatíveis com o padrão MARC 21, favorecendo a interoperabilidade entre ambos os formatos. A Figura 14 apresenta um exemplo de descrição em Dublin Core por meio da linguagem XML.

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
  <rdf:Description rdf:about="http://www.marcont.org/dc/">
    <dc:title>MarcOnt Initiative</dc:title>
    <dc:description>
      MarcOnt Initiative's goal is to create the
      ontology for librarian purposes and appropriate
      tools for supporting conversion between other
      ontologies, ontology development process, etc.
    </dc:description>
    <dc:creator>Marcin Synak</dc:creator>
    <dc:date>2004-07-31</dc:date>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

FIGURA 14: Exemplo de descrição em Dublin Core utilizando XML

3.3.3 BibTeX

O padrão de metadados BibTeX foi concebido em 1985 por Oren Patashnik e Leslie Lamport e representa uma ferramenta e um formato de arquivo que são utilizados para descrever e processar listas de referências, principalmente em conjunto com os documentos LaTeX. LaTeX é um sistema utilizado para produzir documentos científicos e matemáticos de grande qualidade tipográfica e, apesar de atualmente existirem ferramentas que fornecem uma interface visual mais conveniente, baseia-se em uma concepção de apresentar do resultado final do texto apenas após a preparação do mesmo, evitando distrações quanto à forma durante a preparação do conteúdo (DABROWSKI; SYNAK; KRUK, 2009; SIMÕES, 2007).

Atualmente muitas publicações, principalmente de natureza técnica, disponibilizam suas referências por meio de algum tipo de sistema LaTeX; isso faz do BibTeX provavelmente o formato bibliográfico mais utilizado na Internet. Uma vez criado, um arquivo BibTeX pode ser reutilizado em qualquer publicação LaTeX referindo-se ao recurso descrito em seu registro, pois possibilita a separação da bibliografia do restante do texto.

Considerado como um padrão muito parecido com o Dublin Core, no aspecto da “simplicidade” e autonomia na criação e descrição de registros bibliográficos, possibilita aos autores prover suas referências/citações a partir das características dos documentos originais, para, então, serem compartilhadas pela comunidade na Internet (KRUK; DECKER; ZIEBORAK, 2005).

Conforme descrito por Patashnik (1988), os campos padrões do formato BibTeX para a descrição de recursos são:

- *address*
- *annote*
- *author*
- *booktitle*
- *chapter*
- *crossref*
- *edition*
- *editor*
- *howpublished*
- *institution*
- *journal*
- *key*
- *month*
- *note*
- *number*
- *organization*
- *pages*
- *publisher*
- *school*
- *series*
- *title*
- *type*
- *volume*
- *year*

Contudo, a partir da popularização do formato BibTeX, muitas pessoas têm utilizado-o para descrever informações por meio de campos não padronizado, tais como:

- *affiliation*
- *abstract*
- *contents*
- *copyright*
- *ISBN*
- *ISSN*
- *keywords*
- *language*
- *location*
- *URL*

Cada arquivo BibTeX contém um número de entrada, que descreve uma publicação única, podendo esta ser uma entidade independente (como um livro) ou uma parte de uma entidade maior (como um capítulo de um livro). O padrão BibTeX define o seguinte conjunto de entidades:

- *article*
- *book*
- *booklet*
- *conference*
- *inbook*
- *incollection*
- *inproceedings*
- *manual*
- *mastersthesis*
- *misc*
- *phdthesis*
- *proceedings*
- *techreport*
- *unpublished*

Existem alguns outros tipos de entidades (patent, por exemplo), mas estas não são utilizadas comumente como as mencionadas acima, pois o BibTeX foi projetado especificamente para a comunidade acadêmica que reconhece tais documentos como teses e publicações em eventos (DABROWSKI; SYNAK; KRUK, 2009).

Neste contexto, de forma análoga aos formatos anteriormente comentados o BibTeX também pode ser representado a partir da linguagem XML, conforme pode ser visualizado na figura 15.

```
@inproceedings{Huetal2000,
  author = "J. Hu, and H.R. Wu and A. Jennings and X. Wang",
  title = "Fast and robust equalization: A case study",
  booktitle = "Proceedings of the World Multiconference on
    Systemics, Cybernetics and Informatics, (SCI 2000),
    Florida, USA, 23-26 July 2000",
  publisher = "International Institute of Informatics and
    Systemics",
  address = "FL, USA",
  pages = "398--403",
  year = "2000"
}
```

FIGURA 15: Exemplo de um registro em BibTeX
Fonte: Dabrowski; Synak; Kruk, 2009.

3.3.4 ETD-MS

Metadata Standard for Electronic Theses and Dissertations (ETD-MS) é um padrão de metadados que foi concebido a partir da criação da *Networked Digital Library of Theses and Dissertations*²⁶ (NDLTD) em 1998, uma organização internacional que congrega universidades e instituições científicas (FOX *et al.*, 1997). A NDLTD tem como seus objetivos principais promover a criação, adoção, utilização, divulgação e preservação de teses e dissertações eletrônicas (ETDs²⁷).

Conforme destacam Atkins *e colaboradores* (2008) o ETD-MS não busca substituir os esquemas de metadados desenvolvidos em universidades ou ambientes específicos, mas sim estabelecer um padrão único de metadados para o compartilhamento de informações, sobre ETDs, disponibilizadas em formatos diferentes.

O ETD-MS contempla todos os elementos do padrão Dublin Core e acrescenta outros especificamente para a descrição de teses e dissertações, conforme apresentado na figura 16.

²⁶ <http://www.ndltd.org>

²⁷ *Electronic Theses and Dissertations*

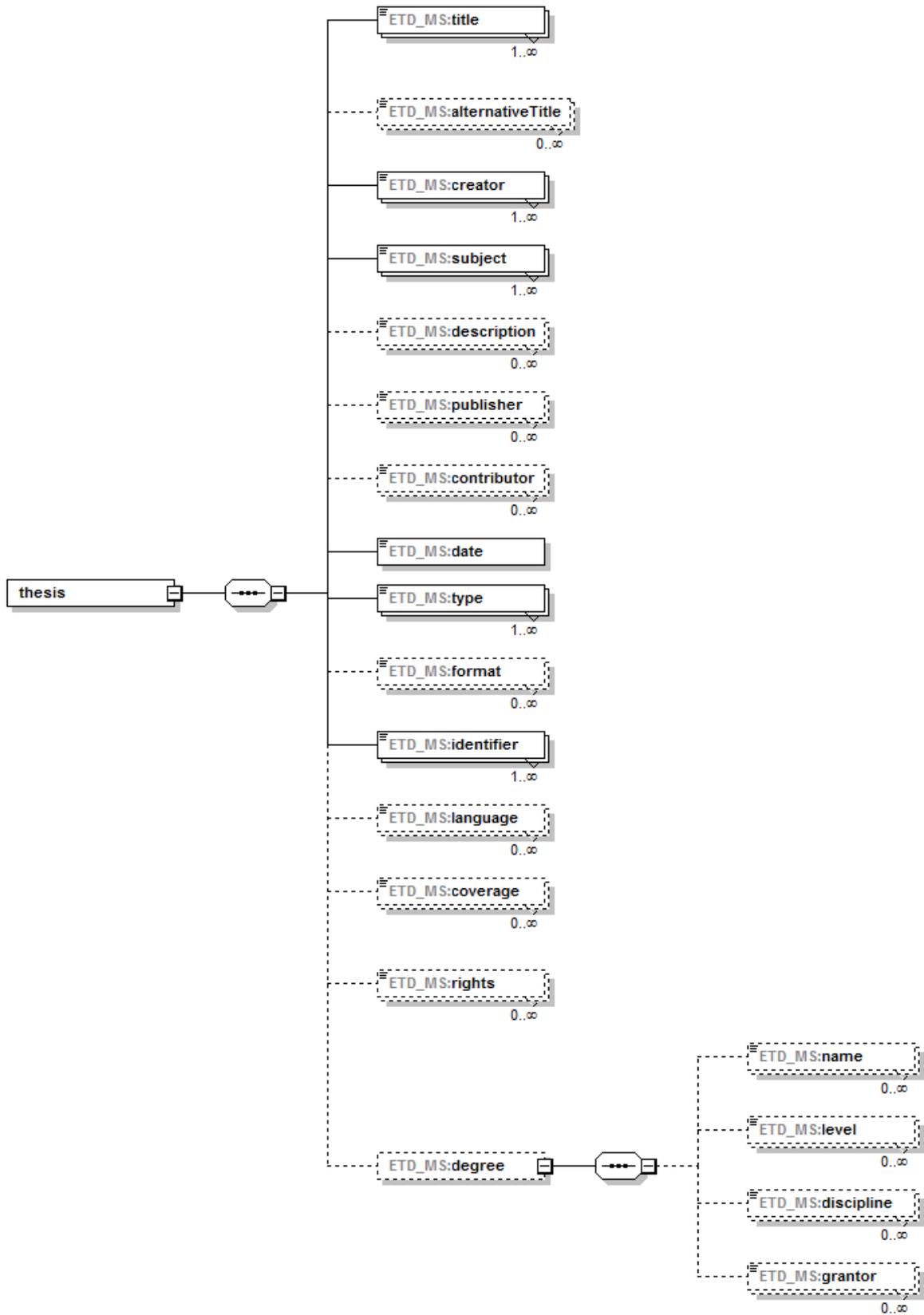


FIGURA 16: Elementos do Padrão ETD-MS

3.3.5 MTD-BR

O Padrão Brasileiro de Metadados para Teses e Dissertações (MTD-BR) foi desenvolvido no âmbito da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD²⁸), proposta pelo Instituto Brasileiro de Ciência e Tecnologia (IBICT²⁹). A concepção da BDTD teve início 2001 e tem como objetivo principal a integração das iniciativas brasileiras de publicação eletrônica e registro bibliográfico de teses e dissertações, fornecendo uma visão integrada dessas iniciativas por meio de serviços e produtos de informação (SOUTHWICK, 2003).

O MTD-BR é compatível com os padrões Dublin Core e ETD-MS, apresentados anteriormente, e possibilita a integração dos metadados de teses e dissertações com registros de outros repositórios brasileiros, como, por exemplo, o banco de currículos da Plataforma Lattes³⁰. Deste modo, além de todos os elementos do ETD-MS, o MTD-BR possui elementos específicos para atender as necessidades de integração com outros sistemas nacionais.

De acordo com Southwick (2003) os metadados do padrão MTD-BR podem ser divididos nas seguintes classes:

- a) Metadados de gestão do registro
- b) Metadados de descrição de tese ou dissertação
- c) Metadados para a identificação de pessoas
- d) Metadados para a identificação de instituições.
- e) Metadados de ligação

Para uma visão mais abrangente do padrão MTD-BR e dos elementos que o compõem é apresentada na figura 17 sua especificação completa.

²⁸ <http://bdttd.ibict.br>

²⁹ <http://www.ibict.br>

³⁰ <http://lattes.cnpq.br>

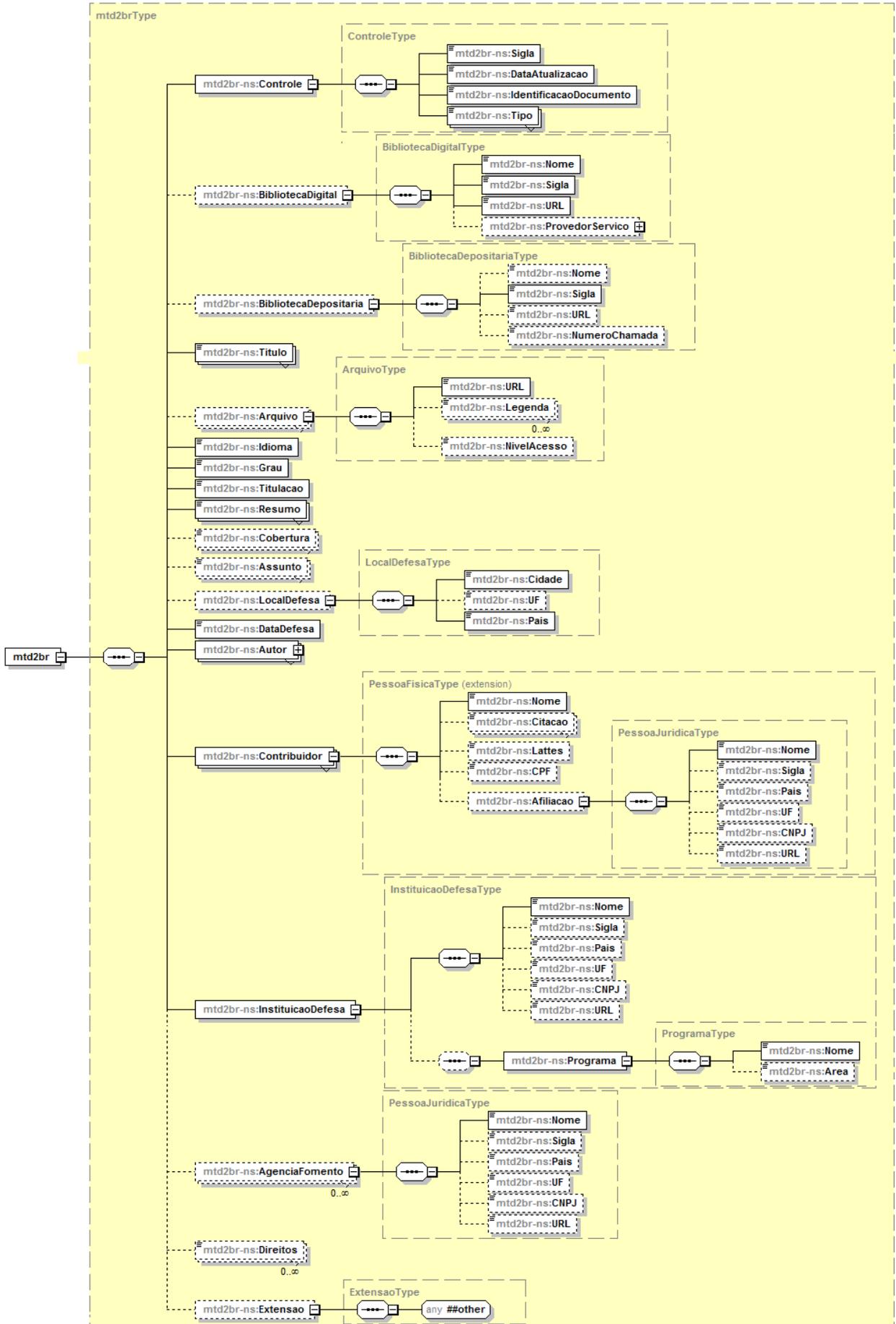


FIGURA 17: Elementos do Padrão MTD-BR

3.4 Serviço de Referência Digital

A primeira publicação sobre serviço de referência data de 1876, quando Swett Green em seu artigo *Personal relations between librarians and readers*³¹ sugere um tipo de serviço para auxiliar os leitores na seleção de materiais, destacando que um bibliotecário permitir que um investigador deixe a biblioteca com uma pergunta sem resposta é como um lojista que permite um cliente sair da loja sem realizar uma compra (TYCKOSON, 2003; RETTIG *et al.*, 2003).

Shera (1966) destaca a abrangência do serviço de referência ao defini-lo como um serviço que abarca desde uma vaga noção de auxílio aos leitores até um serviço de informação esotérico, muito abstrato e altamente especializado. Ranganathan (1961) afirma que o serviço de referência é o processo de estabelecer contato entre o leitor os documentos que ele necessita.

Assim, no processo de desenvolvimento das bibliotecas o serviço de referência passou a agrupar inúmeras atividades desenvolvidas com o objetivo comum de melhor atender as necessidades informacionais dos usuários. À medida que a informação digital se expande, novas possibilidades são incorporadas por meio da utilização das TICs, deste modo originou-se aos serviços de referência digital, possibilitando a transposição dos limites físicos das bibliotecas.

A temática de serviços de referência digital é relativamente nova, não existindo ainda uma conceituação única, de modo que os termos "referência virtual", "serviços de informação em Internet", "referência permanente" e "referência em tempo real" também têm sido utilizados na literatura para descrever serviços de referência que utilizam, de algum modo, tecnologias digitais (MANSO RODRIGUES, 2006; KASOWITZ, 1998).

Os serviços de referência digital surgiram no final da década de 1980, quando as bibliotecas passaram a disponibilizar seus catálogos na Internet, possibilitando que usuários remotos submetessem perguntas e pedidos de consulta de documentos (ARRELANO, 2001).

Segundo Tammaro e Salarelli (2008, p. 271),

O serviço de referência digital, entendido como serviço de informação bibliográfica e de referência a recursos digitais onde pode ser encontrada a informação solicitada, fornece ao usuário uma assistência pessoal que o ajuda a encontrar aquilo que precisa.

³¹ GREEN, S.S. *Personal relations between librarians and readers*, *American Library Journal*, v. 1 p. 79, 1876.

Wasik (1999) destaca que os serviços de referência digital utilizam intermediários humanos para responder questões e fornecer informações aos usuários, modelados a partir de práticas e métodos utilizados nos serviços tradicionais.

A *Online Computer Library Center* (OCLC), que desenvolve o projeto de referência virtual cooperativo QuestionPoint³², define serviço de referência digital como uma modalidade de atividades que fazem uso de computadores e tecnologias de comunicação para prestar serviços de referência aos usuários em qualquer momento, e em qualquer lugar (OCLC, 2005).

Tradicionalmente uma das principais atividades desenvolvidas no âmbito do serviço de referência consiste em auxiliar os usuários na utilização de catálogos, contudo, apesar de sua reconhecida importância, verifica-se que tal instrumento pouco evoluiu ao longo dos últimos anos.

Conforme destaca Markey (2007, p. 02)

[...] por uma década e meia, começando no início dos anos 1980, o catálogo em linha da biblioteca era a jóia da coroa, quando as pessoas ávidas aguardavam nas filas dos terminais para procurarem informações escritas por especialistas mundiais. Fico abismada em relação ao modo como as pessoas ávidas agora abraçam o Google, devido à fonte de informação que o Google recupera. Anos atrás, poderíamos ter adicionado maior valor ao catálogo em linha da biblioteca, mas a única coisa que mudamos foi o formato do catálogo.

Atualmente não se pode negligenciar o papel da Internet, pois em muitos casos a Web constitui-se como a principal fonte provedora de informações dos usuários, de modo que os serviços de referência digital favorecem um melhor atendimento das necessidades dos usuários, de forma prioritária e imediata (CUNHA, 2008).

Desta forma, verifica-se um crescente aumento no número de usuários que preferem ir diretamente às fontes disponíveis no ambiente Web, sem utilizar-se dos serviços oferecidos pelas bibliotecas. Tal fato justifica-se devido ao perfil dos “novos usuários” que, por se sentirem confortáveis em ambientes computacionais, muitas vezes fazem uso de redes sociais, grupos de discussão e das novas ferramentas colaborativas da Web para encaminhar questionamentos que potencialmente poderiam ser sanados a partir de serviços de referência.

Visando este mercado emergente, portais comerciais de informação integrada têm sido criados, onde mediante pagamento os usuários podem acessar sumários correntes de periódicos, consultar normas técnicas, receber notícias diárias sobre um determinado tema, fazer perguntas para especialistas, pesquisar bibliografias e solicitar cópias de documentos.

³² <http://www.questionpoint.org>

Um exemplo de portais desta natureza é o Engineering Information Village³³, desenvolvido pela Engineering Information Inc.

Anos atrás, discutiu-se muito a respeito do provável desaparecimento do bibliotecário de referência, tendo em vista a aparente facilidade dos usuários terem acesso diretamente às informações disponíveis na Web (CUNHA 2000).

Nesta perspectiva, baseando-se em uma visão futurística Heckart (1998) descreve um cenário imaginado para o futuro do serviço de referência digital, onde as necessidades de um usuário remoto são atendidas por meio de um agente inteligente³⁴, capaz de extrair palavras-chave de expressões de busca, adicionar sinônimos, e possibilitar ajustes nos parâmetros para posteriormente apresentar os resultados das buscas categorizados hierarquicamente, de acordo com o grau de relevância de cada item recuperado.

O autor destaca ainda que serviços de referência automatizados podem estar disponíveis a qualquer hora, em qualquer lugar; que seres humanos têm dias bons e dias ruins, ficam cansados e qualquer idiossincrasia ou distração pode afetar seu desempenho, podendo não reagir bem quando a mesma pergunta é feita repetidas vezes por uma horda de alunos da mesma classe. Entretanto, nada disso importa para uma máquina, que possibilita ainda uma imparcialidade anônima que alguns usuários podem preferir, quando necessária a realização de consultas que possam gerar sentimentos de constrangimento e desconfiança.

É bem verdade que tecnologia alguma poderá substituir as habilidades de um profissional criativo, flexível e rico em conhecimentos de seu *metier*, aquele que provê interação interpessoal, avalia a resposta, comunica, sintetiza e faz julgamentos. (DRABENSTOTT; BURMAN, 1997).

Contudo, nos próximos anos, novas habilidades passarão a ser requeridas dos profissionais da informação, exigindo que estes assumam papéis mais intelectualizados, inclusive auxiliando, ou mesmo desenvolvendo, sistemas computacionais capazes de prover instruções bibliográficas e de responder questões básicas e repetitivas de referência.

Os estudantes dos próximos anos, hábeis navegadores da Internet, irão requerer diferentes formas de educação, nas quais o aprendizado interativo e colaborativo irá substituir a leitura passiva e as experiências educacionais no formato que conhecemos. Deste modo, as atividades de educação do usuário, tradicionalmente executadas pelo serviço de referência, também deverão adaptar-se ao ambiente das bibliotecas digitais, métodos e enfoques utilizados para informar e instruir sofrerão mudanças (CUNHA, 1999).

³³ www.ei.org

³⁴ Entidades de software que emprega técnicas de Inteligência Artificial com o objetivo de assistir ao usuário na realização de uma determinada tarefa, agindo de forma autônoma e utilizando a metáfora de um assistente pessoal.

Os próximos anos serão um período de mudanças significativas para as bibliotecas. Assim, os profissionais da informação necessitam reagir aos desafios, oportunidades e responsabilidades que lhes são apresentadas, de modo que a capacidade de assimilação de novos paradigmas apresenta-se como uma das principais qualidades esperadas destes profissionais.

Nesta perspectiva, as reflexões acerca do conceito de biblioteca digital, as tecnologias semânticas e os formatos de descrição bibliográfica apresentados, possibilitaram subsídios teóricos para a concepção da ontologia elaborada nesta pesquisa, contribuindo para o estabelecimento de novas possibilidades de desenvolvimento de sistemas de representação do conhecimento para bibliotecas digitais, conforme apresentado no próximo capítulo.

CAPÍTULO 4

APLICABILIDADE DE ONTOLOGIAS EM BIBLIOTECAS DIGITAIS

As bibliotecas, ao longo dos séculos, têm sido o meio mais importante de conservar nosso saber coletivo. Foram e são ainda uma espécie de cérebro universal onde podemos reaver o que esquecemos e o que ainda não sabemos (ECO, 2003, p. 1).

Tal afirmação destaca o importante papel que as bibliotecas sempre exerceram na história da humanidade. Deste modo, em tempos de ambientes digitais, e desmaterialização dos suportes, as bibliotecas se deparam com novos desafios na busca de atender as demandas informacionais de uma nova geração de usuários.

Ao longo dos últimos anos o desenvolvimento e utilização de ontologias têm despertado o interesse de inúmeros pesquisadores, nas mais variadas áreas do conhecimento, sendo considerada como uma temática capaz de favorecer o desenvolvimento de novos instrumentos e métodos de organização e representação de recursos informacionais.

Contudo, apesar do crescente interesse na utilização de ontologias, verifica-se na literatura relacionada um descompasso entre a produção literária e o número de ontologias existentes (SÁNCHEZ CUADRADO et al., 2007).

Assim, de acordo com os objetivos desta pesquisa, desenvolvemos um protótipo de biblioteca digital baseada em ontologias, buscando comprovar a aplicabilidade de ontologias em bibliotecas digitais e descrever as principais tecnologias envolvidas. Posteriormente, elaboramos uma ontologia para a representação de informações referenciais de documentos acadêmicos, identificando benefícios e desafios da utilização de ontologias em bibliotecas digitais.

Nesta perspectiva, o presente capítulo contextualiza a utilização de ontologias em bibliotecas digitais. A seção 4.1 analisa as especificidades do desenvolvimento de ontologias e apresenta uma proposta de sistematização das etapas e procedimentos para o desenvolvimento de ontologias no âmbito da área de Ciência da Informação. A seção 4.2 proporciona uma visão geral da Ontologia de Informações Referenciais (OIR), desenvolvida a partir da aplicação do método proposto na seção anterior. A seção 4.3 descreve o protótipo de biblioteca digital baseado em ontologias, intitulado por nós como BibliOntO, que

desenvolvemos com o objetivo de comprovar a aplicabilidade de ontologias em bibliotecas digitais e apresenta as principais tecnologias utilizadas no seu desenvolvimento. A seção 4.4 estabelece uma articulação entre a área de Organização do Conhecimento e o desenvolvimento de ontologias, e a seção 4.5 discute as potencialidades e desafios da utilização de ontologias em bibliotecas digitais.

4.1 Desenvolvimento de ontologias sob o olhar da Ciência da Informação

A área de Ciência da Informação possui tradição no uso e desenvolvimento de instrumentos de representação do conhecimento, conforme pode ser constatado nas práticas profissionais identificadas no seu campo de atuação e em seu *corpus* teórico, no qual se desenrolam discussões conceituais e metodológicas relacionadas à representação e organização da informação, enquanto conhecimento registrado e socializado, em ambiências informacionais.

Ao longo dos últimos anos, a partir do desenvolvimento e popularização das TICs, verifica-se que os modelos clássicos de organização do conhecimento precisam ser (re)pensados sob diferentes perspectivas, devido principalmente às novas perspectivas incorporadas aos processos de representação, organização, disseminação e recuperação de informações.

Nesta perspectiva, Cunha (1999) apresenta uma mudança no paradigma da unidade representativa da informação, afirmando que tradicionalmente a unidade primária de informação era, por exemplo, um livro, e não os seus capítulos; hoje, no entanto, a representação do conteúdo alcança detalhes antes inimagináveis, podendo ser um mapa, uma figura, um filme, um slide, um capítulo ou mesmo um verbete de uma obra de referência, de acordo com a política de indexação adotada.

Dabrowski, Synak e Kruk (2009) afirmam que a descrição de palavras-chave não é suficientemente significativa para representar o conteúdo de documentos, sendo necessário utilizar descrições semânticas, que possibilitem descrever a maneira como as pessoas tendem a considerar tais conteúdos.

Assim, verifica-se que os profissionais da informação são desafiados a prover novos meios para descrever o registro e o conteúdo dos recursos informacionais, pois as regras contidas no Código de Catalogação Anglo-Americano (AACR2) e os formatos de descrição bibliográfica apresentam-se insuficientes para atender às novas necessidades informacionais (CUNHA, 2000).

Neste contexto, inúmeros trabalhos identificam problemas de semântica nos formatos de descrição bibliográfica, de modo que a utilização de ontologias em bibliotecas digitais vem das necessidades reais em vez da investida comum atualmente de usar uma tecnologia, simplesmente porque ela existe (DABROWSKI; SYNAK; KRUK, 2009).

As ontologias representam uma evolução também no que tange ao tratamento temático da informação, conforme destacam Sales, Campos e Gomes (2008, p. 64-65):

Nas ontologias, o conjunto de relações é mais rico do que nas tabelas de classificação bibliográfica ou nos tesauros, o que permite maior estrutura representativa do conhecimento registrado em um discurso, para que possa ser manipulado pelo computador. É importante ressaltar que tais representações são igualmente relevantes na formulação de buscas nas ontologias.

A partir da potencialização da representação dos relacionamentos existentes entre os conceitos que “traduzem” os conteúdos documentais, as ontologias apresentam-se como um novo tipo de fonte secundária, instituindo novas formas de acesso e favorecendo maior flexibilidade e qualidade na recuperação de informações, a partir da realização de inferências automáticas.

Assim, frente ao estado incipiente das tecnologia semânticas, verifica-se que a área de Ciência da Informação pode contribuir para o desenvolvimento de ontologias, fornecendo substratos teóricos e metodológicos, a partir do reaproveitamento dos instrumentos e métodos já sedimentados em sua área de atuação.

O desenvolvimento de ontologias no âmbito da área de Ciência da Informação incorpora novos subsídios computacionais para a representação das relações entre conceitos, contribuindo para melhorias nas atividades de representação, classificação e indexação, e possibilita contextualizar o domínio no qual um documento está inserido.

Ao longo dos últimos anos inúmeras metodologias têm sido propostas na área de Ciência da Computação para o desenvolvimento de ontologias, contudo os modelos

apresentados ainda não demonstram um processo suficientemente estruturado a ponto caracterizar uma verdadeira disciplina de engenharia GUIZZARDI (2000).

Neste contexto, cabe ressaltar que ontologias são modeladas a partir de uma determinada “visão de mundo”, comumente, utilizadas para descrever um domínio específico. Assim, não existe uma maneira única de se modelar um domínio, de modo que tal decisão dependente das inúmeras variáveis envolvidas, de acordo com o enfoque e objetivos adotados pela ontologia.

Entre as diversas metodologias presentes na literatura da área de Ciência da Computação, pode-se destacar a “metodologia inicial” apresentada por Uschold e King (1995); METHONTOLOGY proposta por Fernández e colaboradores (1997); a metodologia desenvolvida a partir do projeto *Toronto Virtual Enterprise* (USCHOLD; GRUNINGER, 1996); e o método 101 proposto por Noy e McGuinness (2001).

No âmbito da área de Ciência da Informação destaca-se a teoria do conceito, voltada para o referente, e a teoria da classificação facetada aplicadas na elaboração de tesauros (CAMPOS, GOMES 2008; GOMES; et al. 1990; CAMPOS; GOMES; MOTTA, 2004) e a norma ANSI/NISO Z39.19-2005 que apresenta diretrizes para a elaboração de vocabulários controlados.

Nesta perspectiva, quando comparadas as metodologias identificadas na literatura de Ciência da Computação e as teorias e normas utilizadas no âmbito da área de Ciência da Informação, verifica-se os diferentes enfoques característicos de cada área do conhecimento. Enquanto a área de Ciência da Computação tem como principal objetivo o desenvolvimento de artefatos de software, apresentando um ciclo de atividades fundamentadas nos princípios de Engenharia de Software, a Ciência da Informação foca-se na definição de recomendação e procedimentos para a elaboração de vocabulários controlados, enfatizando aspectos terminológicos.

Deste modo, a partir da combinação das principais características de ambas as áreas do conhecimento, propõe-se uma sistematização das etapas e procedimentos necessários para o desenvolvimento de ontologias, favorecendo um melhor aproveitamento dos substratos

teóricos da área de Ciência da Informação, a partir das possibilidades de desenvolvimento de aplicações computacionais oferecida pela Ciência da Computação.

Nesse sentido, apresenta-se como um dos resultados desta investigação um método para o desenvolvimento de ontologias, objetivando facilitar a compreensão das etapas envolvidas neste processo, minimizar detalhes técnicos relacionados à sua especificação como artefato de software e valorizar os pontos de convergência com os instrumentos e métodos de representação tradicionalmente concebidos no âmbito da área de Ciência da Informação. Assim, a partir dos estudos realizados e baseando-se nos objetivos da área de Ciência da Informação, pode-se descrever as etapas de desenvolvimento de ontologias da seguinte forma:

- **Identificação do domínio e escopo da ontologia:** Nesta etapa busca-se identificar claramente o propósito da ontologia e as potencialidades oferecidas a partir de sua utilização, delineando o domínio pretendido e níveis de representação;
- **Verificação de possibilidades de reuso:** Analisar possíveis ontologias e demais instrumentos de representação que possam ser reutilizados ou mesmo servir como substratos teóricos para a modelagem da ontologia, potencializando aspectos de interoperabilidade;
- **Levantamento de termos e conceitos:** Identificar a terminologia utilizada para a representação dos componentes na ontologia, evitando problemas com polissemia e redundâncias;
- **Definição dos componentes estruturais:** Definir os componentes estruturais da ontologia, categorizando a hierarquia de classes e identificando as respectivas propriedades descritivas e relacionais.
- **Formalização de axiomas e regras:** Descrever formalmente os axiomas e regras da ontologia, possibilitando o processamento das restrições e a realização de inferências de forma automática.
- **Implementação:** Definir as tecnologias e linguagens computacionais que serão utilizadas para implementar e dar suporte ao desenvolvimento da ontologia.

- **Avaliação e Documentação:** Fazer julgamentos de cada uma das etapas da modelagem e dos resultados potenciais da utilização da ontologia, de acordo com os objetivos propostos, e documentar todos os componentes e tarefas desenvolvidas. Nesta etapa os critérios do OntoClean³⁵ podem auxiliar na avaliação dos componentes estruturais.

Destaca-se ainda, que o desenvolvimento de ontologias é um processo não-linear, sendo necessários refinamentos e interações, de acordo com as necessidades identificadas ao longo do processo, até a obtenção do modelo desejado e assim, como os instrumentos de representação convencionais, as ontologias também devem possuir uma política de atualização permanente.

Assim, buscando avaliar sua eficácia, utilizamos o método de desenvolvimento de ontologias proposto nesta seção para a elaboração de uma ontologia que possibilite representar as informações referenciais de documentos acadêmicos e que possa ser utilizada para a indexação de documentos em bibliotecas digitais, conforme apresentado na próxima seção.

4.2 Ontologia de Informações Referenciais – OIR

Construir uma ontologia compatível com as normas já existentes e hábitos da comunidade, ao mesmo tempo em que possibilite usufruir das capacidades oferecidas pelas tecnologias semânticas, é o primeiro passo para que no futuro as bibliotecas digitais possam mudar nossa forma de pesquisa, acesso e utilização dos recursos (DABROWSKI; SYNAK; KRUK, 2009).

Baseando-se no método apresentado na seção anterior, e buscando contribuir para a utilização de ontologias em bibliotecas digitais, esta seção apresenta a Ontologia de Informações Referenciais (OIR) e as etapas de sua elaboração. Desenvolvida com o objetivo de possibilitar um modelo conceitual para a representação de informações referenciais de documentos acadêmicos, a OIR tem como objetivo favorecer uma melhor organização e recuperação de informações, por meio da representação formal dos relacionamentos semânticos inerentes aos recursos informacionais.

³⁵ *OntoClean* é uma metodologia que possibilita avaliar e adequar ontologicamente relacionamentos taxonômicos, expondo modelagens inadequadas e escolhas inconsistentes (GUARINO; WELTY, 2002).

Segundo Sayão (2001) o objetivo primordial no desenvolvimento de um modelo conceitual é apresentar uma descrição estável e coerente do significado dos recursos informacionais a partir de abstrações semânticas, que são formas de especificar relações entre conceitos lingüísticos e refletem as diferenças de significados entre termos.

Nesta perspectiva, após a definição do propósito e escopo da ontologia, foi realizado um estudo no intuito de identificar instrumentos e métodos de organização e representação de informações, tradicionalmente utilizados no âmbito da área de Ciência da Informação, que pudessem servir de substratos teóricos para a modelagem da OIR.

Para a definição das propriedades descritivas da ontologia, buscou-se fundamentação nos formatos de descrição bibliográfica, apresentados na seção 3.3, baseando-se principalmente no padrão Brasileiro de Metadados para Teses e Dissertações (MTD-BR) possibilitando a compatibilização com registro representados neste formato e potencializando aspectos de intercâmbio de dados. Tal preocupação justifica-se devido à necessidade crescente de compartilhamento de recursos informacionais, considerando a interoperabilidade de vocabulários como um fator decisivo no desenvolvimento de sistemas de informação.

Além do padrão MTD-BR, no intuito de possibilitar a integração das informações disponibilizadas na OIR com outros repositórios nacionais, e devido a necessidade de representação de informações de pesquisadores, também foi utilizado na definição dos metadados o padrão da plataforma Lattes, buscando favorecer a compatibilização das informações acadêmicas de pesquisadores e programas de pós-graduação.

Na perspectiva de reuso de ontologias foi utilizada a ontologia *Friend Of A Friend*³⁶ (FOAF), ontologia difundida no ambiente Web para descrever informações sobre redes sociais, possibilitando indicar relacionamentos entre pessoas que se conhecem.

Nesta perspectiva, a partir do reaproveitamento de padrões já sedimentados, a etapa de levantamento terminológico também foi favorecida, optando-se pela reutilização de termos já empregados nos padrões e formatos convencionais de representação. Para a inclusão de novos termos, de acordo com os objetivos propostos para a ontologia, buscou-se evitar expressões técnicas e estrangeiras, contextualizando-as a partir de um vocabulário adequado em âmbito nacional.

³⁶ <http://www.foaf-project.org>

Para a nomeação dos componentes da ontologia, com o objetivo de facilitar a compreensão e evitar possíveis problemas de interoperabilidade, foi seguida a convenção de não utilizar acentuação, espaços e caracteres especiais. Definiu-se também, a utilização de letras maiúsculas no início e em todas as palavras subsequentes contidas no nome das classes e subclasses, notação comumente denominada como *CamelBack*.

O mesmo procedimento foi adotado para representar as propriedades Relacionais da ontologia, com exceção do uso de letras minúsculas no início de seus nomes, diferenciando-as das classes.

Quanto às propriedades descritivas, no intuito de facilitar a assimilação dos componentes da ontologia, utilizou-se como padrão a inserção do nome da Classe no início do nome propriedade, seguida pelo símbolo de *underline* “_” e o nome da propriedade descritiva, iniciando em minúscula.

A etapa seguinte se define pela estruturação da hierarquia de classes e identificação das respectivas propriedades. Assim, baseando-se nos princípios classificatórios utilizados na construção de tesouros e taxonomias foram especificados os relacionamentos hierárquicos existentes entre classes, além dos demais tipos de relacionamentos (propriedades relacionais), e propriedades descritivas de cada uma das classes existentes no domínio.

Conforme destacado anteriormente, para que todo o potencial das ontologias possa ser explorado, torna-se necessário sua formalização a partir de linguagens que possam ser processadas por máquinas. Deste modo, após as definições conceituais das etapas anteriores, realizou-se a implementação da ontologia e formalização das regras e axiomas, favorecendo a realização de inferências automáticas.

De acordo com os objetivos da ontologia proposta elegeu-se a linguagem OWL para sua implementação, por se tratar da linguagem recomendada pelo W3C para o desenvolvimento de ontologias e devido a sua ampla aceitação.

Como ferramenta de apoio para a modelagem e formalização das regras e axiomas da ontologia utilizou-se a ferramenta Protégé³⁷, um software de código aberto Java, desenvolvido inicialmente pelo departamento de informática médica da universidade de Stanford, que fornece uma arquitetura extensível para edição de ontologias. A figura 18 exibe a interface do Protégé 3.4.1.

³⁷ <http://protege.stanford.edu>

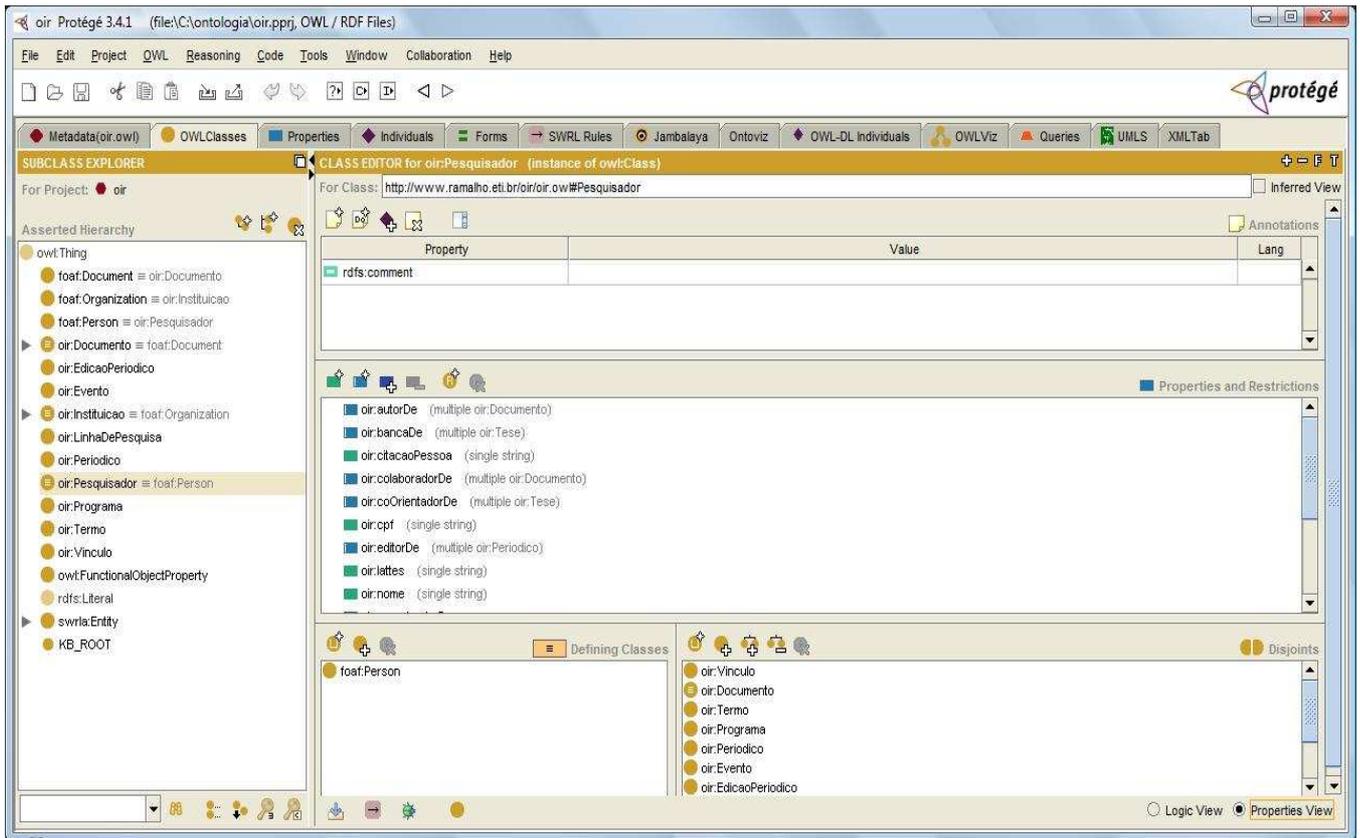


FIGURA 18 – Interface do Protégé 3.4.1

Após a implementação, foi realizada a avaliação e documentação da ontologia. Para documentar a OIR utilizou-se os próprios recursos da ferramenta Protégé 4.0, a partir da inserção de anotações em seus componentes. Quanto aos procedimentos de avaliação, podem ser divididos em duas categorias:

1. **Avaliação da hierarquia de classes e componentes da ontologia:** realizada a partir dos critérios da metodologia OntoClean, (re)adequando ontologicamente os componentes estruturais da ontologia até a obtenção do modelo desejado.
2. **Avaliação das regras e axiomas:** efetuada por meio do julgamento do resultado de buscas que se aproximem das necessidades informacionais de usuários em potencial, simuladas para avaliar a capacidade recuperação de informações da ontologia e realização de inferências automáticas.

Tal processo foi realizado interativamente e de forma não-linear, por meio de refinamentos sucessivos, para se chegar ao resultado esperado. Nesta perspectiva, apresenta-se a seguir de forma resumida os componentes estruturais que formam a especificação da OIR. A especificação completa da ontologia é apresentada no “apêndice A”.

4.2.1 Classes e Subclasses

É por meio da hierarquia de classes e subclasses que todos os componentes da ontologia são apresentados, constituindo uma taxonomia de conceitos organizados a partir de suas características de identidade e estruturados de acordo com suas relações de subordinação, representando, assim, uma visão geral da ontologia e todas as entidades do domínio modelado.

Nesta perspectiva, são apresentadas no quadro 2 as classes e subclasses da OIR, contextualizando as definições e abrangência de cada uma das classes.

| Classe | Definição |
|----------------------------------|--|
| AgenciaDeFomento | Tipo de instituição que tem como principal objetivo fomentar atividades de pesquisa |
| Area | Entidade abstrata que representa uma Área do conhecimento, definida a partir da tabela de áreas publicada pelo CNPq |
| ArtigoEmPeriodico | Tipo de documento caracterizado como um artigo publicado em um periódico |
| Documento | Entidade abstrata que se constitui a partir de uma unidade representativa da informação, concebida de acordo com a política de indexação adotada |
| EdicaoPeriodico | Tipo de documento constituído como volume específico de um periódico que agrupa um determinado número de artigos |
| Editora | Tipo de instituição caracterizada por editar livros e outras publicações |
| Evento | Entidade abstrata que representa uma congregação de pesquisadores (Seminário; Congresso; Encontro, etc.) |
| GrandeArea | Entidade abstrata que representa uma Grande Área do conhecimento, definida a partir da tabela de áreas publicada pelo CNPq |
| Instituicao | Entidade que representa um Estabelecimento público ou privado identificado por meio de um CNPJ |
| InstituicaoEnsinoPesquisa | Tipo de instituição voltada para o ensino e/ou pesquisa |
| LinhaDePesquisa | Entidade abstrata que representa um núcleo temático de atividades de pesquisa e encerra o desenvolvimento sistemático de trabalhos com objetos ou metodologias comuns. |
| Livro | Tipo de documento publicado por uma editora e identificado por meio de um ISBN |
| Periodico | Entidade abstrata identificada por um ISSN que representa um conjunto de publicações editadas com determinada regularidade temporal |
| Pesquisador | Entidade que representa uma pessoa que realiza pesquisas |
| Programa | Entidade que representa um Programa de Pós-Graduação |
| RelatorioDePesquisa | Tipo de documento apresentado a um Programa de Pós-Graduação que relata os resultados de uma pesquisa e (Tese, Dissertação) |
| Termo | Entidade abstrata que representa um símbolo lingüístico que expressa um ou diversos conceitos |
| TrabalhoEmEvento | Tipo de documento caracterizado pela publicação em um evento |
| Vinculo | Entidade abstrata Tipo de vínculo estabelecido entre um pesquisador e uma instituição |

Quadro 2 – Classes e Subclasses da OIR

A relação de subordinação *is-a* (é_um) é a primitiva de estruturação mais utilizada no âmbito da área de Ciência da Informação e apresenta-se como uma forma bastante útil de representar a estrutura de uma ontologia. Em uma ontologia todas as propriedades existentes em uma classe são “herdadas” por suas subclasses, de modo que as subclasses se constituem como especializações das classes, a partir da definição de propriedades que não podem ser aplicadas a todas as instâncias da classe superior, motivo pelo qual graficamente representa-se uma única seta direcionada para a classe superior, figura 19.

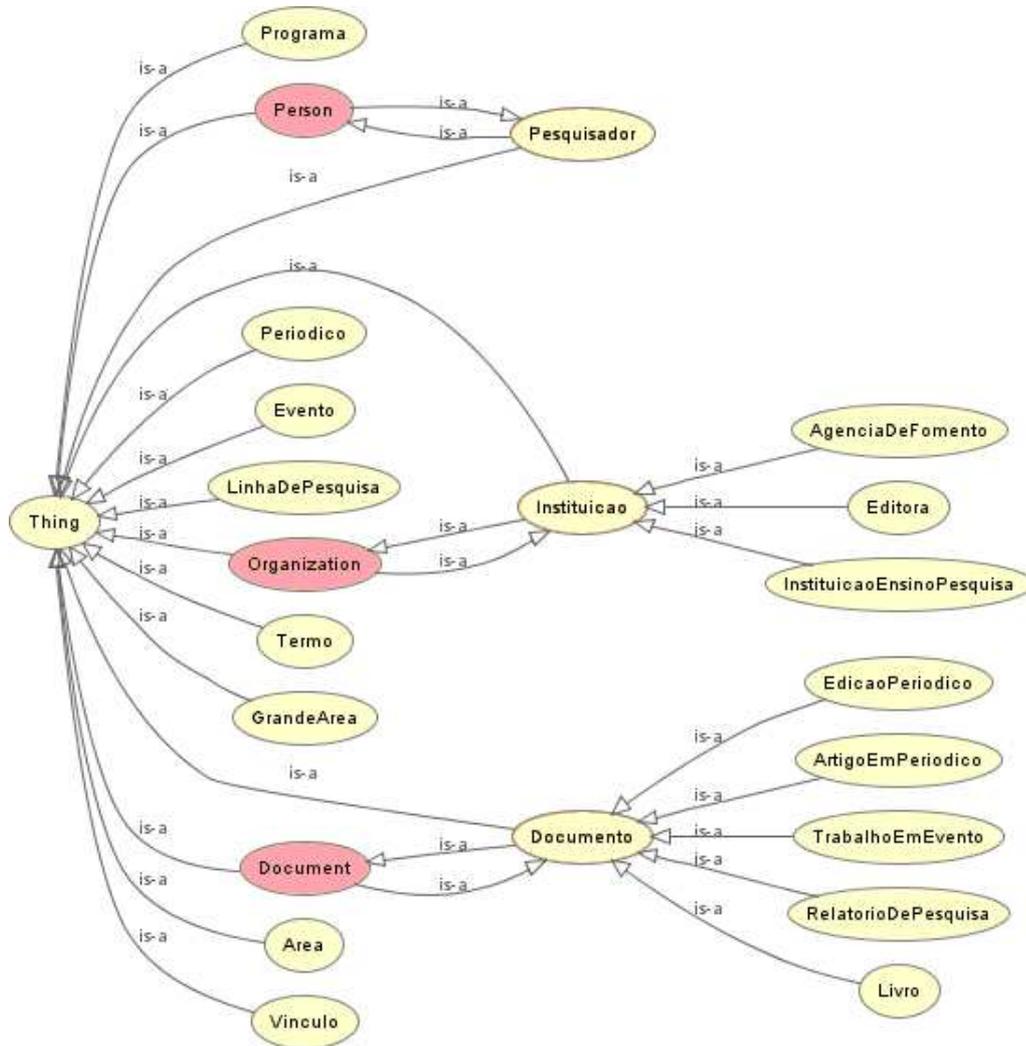


FIGURA 19 – Hierarquia de Classes da OIR

Conforme pode ser observado, no plano da linguagem, as ontologias possibilitam representar relações de equivalência, geralmente utilizadas para a integração de ontologias, representadas por meio de duas setas de “mão dupla” da relação *is-a*, indicando uma relação de equivalência entre duas classes, e não entre classes e subclasses, conforme pode ser observado.

4.2.2 Propriedades Descritivas

As propriedades descritivas são utilizadas para descrever as características e/ou qualidades das instâncias da ontologia, possibilitando a atribuição de valores concretos.

Deste modo, o quadro 3 apresenta as propriedades descritivas de cada uma das classes da OIR e uma sucinta descrição.

| Classe | Propriedade Descritiva | Descrição |
|------------------------|----------------------------------|---|
| Area | Area_nome | Nome da área do conhecimento |
| Documento | Documento_abstract | Abstract do documento |
| | Documento_ano | Ano de publicação do Documento |
| | Documento_assunto | Tópicos temáticos tratados no documento |
| | Documento_citacaoAbnt | Citação do documento, de acordo com as normas da ABNT |
| | Documento_dataAtualizacao | Data em que foi realizada a última atualização do registro |
| | Documento_dataPublicacao | Data de publicação do documento |
| | Documento_descricao | Descrição do documento |
| | Documento_direitos | Informa as condições de distribuição, reprodução e utilização do documento |
| | Documento_doi | <i>Digital Object Identifier</i> (Identificador de Objeto Digital). Este identificador, composto de números e letras, é atribuído ao objeto digital para que este seja unicamente identificado na Internet. |
| | Documento_formato | Formato do documento |
| | Documento_idioma | Idioma do documento |
| | Documento_meioDivulgacao | Meio de divulgação do documento |
| | Documento_numPaginas | Numero total de páginas do documento |
| | Documento_paginaFinal | Número da página inicial do documento |
| | Documento_paginaInicial | Número da página final do documento |
| | Documento_resumo | Resumo do Documento |
| | Documento_tipo | Tipo de Documento (Tese; Dissertação; ArtigoEmPeriodico; TrabalhoEmEvento; Livro; CapituloDeLivro) |
| Documento_titulo | Titulo do Documento | |
| Documento_uri | Endereço eletrônico do documento | |
| EdicaoPeriodico | EdicaoPeriodico_serie | Número de série da edição |
| | EdicaoPeriodico_volume | Volume da Edição |
| Evento | Evento_cidade | Cidade onde o evento foi realizado |
| | Evento_data | Data que o evento foi realizado |
| | Evento_dataAtualizacao | Data em que foi realizada a última atualização do registro |
| | Evento_dataFim | Data de término do evento |
| | Evento_dataInicio | Data de início do evento |
| | Evento_descricao | Descrição do evento |
| | Evento_endereco | Endereço do local onde o evento foi realizado |
| | Evento_nome | Nome do evento |
| | Evento_pais | País onde o evento foi realizado |
| | Evento_qualis | Qualis do evento |
| | Evento_sigla | Sigla do evento |
| | Evento_tipo | Tipo de Evento (Seminário; Congresso; Encontro; Oficina) |
| | Evento_uf | Unidade da Federação onde o evento foi realizado |
| | Evento_uri | Endereço eletrônico do site do Evento |

| | | |
|----------------------------|--|--|
| GrandeArea | GrandeArea_nome | Nome da Grande Área do conhecimento |
| Instituicao | Instituicao_cidade | Cidade onde a Instituição esta situada |
| | Instituicao_cnpj | CNPJ da Instituição responsável |
| | Instituicao_dataAtualizacao | Data em que foi realizada a última atualização do registro |
| | Instituicao_endereco | Endereço da Instituição responsável |
| | Instituicao_nome | Nome da Instituição responsável |
| | Instituicao_pais | Pais onde a Instituição esta situada |
| | Instituicao_sigla | Sigla da Instituição |
| | Instituicao_telefone | Telefone da Instituição |
| | Instituicao_uf | Unidade da Federação da Instituição |
| Instituicao_uri | Endereço eletrônico do site da Instituição | |
| LinhaDePesquisa | LinhaDePesquisa_dataAtualizacao | Data em que foi realizada a última atualização do registro |
| | LinhaDePesquisa_descricao | Descrição da Linha de Pesquisa |
| | LinhaDePesquisa_nome | Nome da linha de pesquisa |
| Livro | Livro_edicao | Edição do livro |
| | Livro_isbn | ISBN do livro |
| | Livro_pais | Pais onde o livro foi publicado |
| | Livro_volume | Volume do Livro |
| Periodico | Periodico_cidade | Cidade onde do periódico |
| | Periodico_descricao | Descrição do periódico |
| | Periodico_issn | ISSN do periódico |
| | Periodico_pais | Pais do periódico |
| | Periodico_periodicidade | Periodicidade do periódico |
| | Periodico_qualis | Qualis do Periódico |
| | Periodico_titulo | Título do Periódico |
| | Periodico_uf | Unidade da Federação da Instituição |
| Periodico_uri | Endereço eletrônico do site do periódico | |
| Pesquisador | Pesquisador_citacao | Citação do Pesquisador |
| | Pesquisador_cpf | CPF do pesquisador |
| | Pesquisador_dataAtualizacao | Data em que foi realizada a última atualização do registro |
| | Pesquisador_endereco | Endereço de contato do pesquisador |
| | Pesquisador_lattes | Endereço eletrônico do currículo do pesquisador na plataforma Lattes |
| | Pesquisador_nome | Nome do Pesquisador |
| | Pesquisador_telefone | Telefone de contato do pesquisador |
| Programa | Programa_cidade | Cidade onde o Programa esta situado |
| | Programa_conceitoCapes | Conceito do Programa de acordo com a tabela CAPES |
| | Programa_dataAtualizacao | Data em que foi realizada a última atualização do registro |
| | Programa_descricao | Descrição do Programa de Pós-Graduação |
| | Programa_nome | Nome do Programa de Pós-Graduação |
| | Programa_pais | Pais do Programa |
| | Programa_telefone | Telefone do Programa |
| | Programa_uf | Estado da Federação do Programa |
| Programa_uri | Endereço eletrônico do site da Instituição | |
| RelatorioDePesquisa | RelatorioDePesquisa_titulacao | Nome do grau acadêmico associado ao documento |
| | RelatorioDePesquisa_grau | Grau acadêmico associado ao documento |
| Termo | Termo_dataAtualizacao | Data em que foi realizada a última atualização do registro |
| | Termo_nome | Nome do termo |
| Vinculo | Vinculo_cargaHoraria | Carga horária do vinculo |
| | Vinculo_dataAtualizacao | Data em que foi realizada a última atualização do registro |
| | Vinculo_dataFim | Data do final do vinculo |
| | Vinculo_dataInicio | Data de início do vinculo |
| | Vinculo_dedicacaoExclusiva | Campo que indica se o vinculo é de dedicação exclusiva |
| | Vinculo_descricao | Descrição do vinculo |
| | Vinculo_enquadramentoFuncional | Enquadramento funcional do vinculo |
| Vinculo_tipo | Tipo de vinculo | |

Quadro 3 – Propriedades Descritivas da OIR

4.2.3 Propriedades Relacionais

As Propriedades Relacionais possibilitam a definição de relacionamentos mais avançados que podem ser incorporados a estrutura de classes da ontologia, apresentando-se como a forma mais eficiente para a representação de relacionamentos em ontologias.

Tais propriedades estabelecem relacionamentos entre as instâncias de classes da ontologia, sendo necessário a definição da classe origem, da classe destino e o rótulo do relacionamento. Para rotular o relacionamento normalmente são utilizados verbos (ex.: representa), ou verbos preposicionados (ex.: publicadoPor). Assim, o quadro 4 apresenta, a seguir, as propriedades relacionais da OIR e as respectivas classes origem e destino.

Nesta perspectiva, devido à quantidade de relacionamentos especificados na OIR, e visando possibilitar uma melhor compreensão da ontologia e identificação das potencialidades oferecidas, torna-se conveniente a representação gráfica de todas as classes e propriedades relacionais definidas, conforme apresentado na figura 20.

| Classe Origem | Propriedade Relacional | Classe Destino |
|----------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| AgenciaFomento | financiadoraDe | Documento |
| Area | pertenceGrandeArea | GrandeArea |
| ArtigoEmPeriodico | publicadoEmPeriodico | EdicaoPeriodico |
| Documento | cita | Documento |
| | citadoEm | Documento |
| | contempladoEm | LinhaDePesquisa |
| | elaboradoPor | Pesquisador |
| | fazParteDe | Documento |
| | financiadoPor | AgenciaFomento |
| | possuiColaborador | Pesquisador |
| | possuiPartes | Documento |
| | representadoPor | Termo |
| pertenceArea | Area | |
| EdicaoPeriodico | edicaoDe | Periodico |
| | publicaArtigo | ArtigoEmPeriodico |
| Editora | editoraDe | Livro |
| Evento | possuiParticipante | Pesquisador |
| | promovidoPor | Instituicao |
| | publicaTrabalho | TrabalhoEmEvento |
| | pertenceArea | Area |
| Instituicao | estabeleceVinculoInstitucional | Vinculo |
| | promotoraDe | Evento |
| InstituicaoEnsinoPesquisa | mantenedoraDe | Programa |
| LinhaDePesquisa | constitui | Programa |
| | contempla | Documento |
| | estabeleceVinculoDePesquisa | Pesquisador |
| Livro | organizadoPor | Pesquisador |
| | publicadoPor | Editora |
| Periodico | editadoPor | Pesquisador |
| | possuiConselheiroEditorial | Pesquisador |
| | possuiEdicao | EdicaoPeriodico |
| | pertenceArea | Area |
| Pesquisador | autorDe | Documento |
| | bancaDe | RelatorioDePesquisa |
| | colaboradorDe | Documento |
| | coOrientadorDe | RelatorioDePesquisa |
| | editorDe | Periodico |
| | organizadorDe | Livro |
| | orientadorDe | RelatorioDePesquisa |
| | participaDeConselhoEditorial | Periodico |
| | participaDeEvento | Evento |
| | possuiVinculoDePesquisa | LinhaDePesquisa |
| possuiVinculoInstitucional | Vinculo | |
| Programa | aprova | DocumentoAcademico |
| | constituídoPor | LinhaDePesquisa |
| | mantidoPor | InstituicaoEnsinoPesquisa |
| | pertenceArea | Area |
| RelatorioDePesquisa | avaliadoPor | Pesquisador |
| | coOrientadoPor | Pesquisador |
| | defendidoEm | Programa |
| | orientadoPor | Pesquisador |
| Termo | representa | Documento |
| | termoEspecificoDe | Termo |
| | termoGenericoDe | Termo |
| | termoQuaseSinonimoDe | Termo |
| | termoRelacionadoDe | Termo |
| TrabalhoEmEvento | publicadoEmEvento | Evento |
| Vinculo | vinculaInstituicao | Instituicao |
| | vinculaPesquisador | Pesquisador |

Quadro 4 – Propriedades Relacionais da OIR

4.2.4 Regras e Axiomas

As Regras e Axiomas são enunciados lógicos que possibilitam impor condições como tipos de valores aceitos, favorecendo a realização de inferências automáticas. Tais componentes apresentam-se como a principal característica das ontologias frente os demais instrumentos de representação do conhecimento.

Para sua definição são utilizadas sentenças descritas em Lógica de Primeira Ordem (LPO), conhecida também como cálculo de predicados de primeira ordem (CPPO), possibilitando definir formalmente a semântica dos formalismos. Nesta perspectiva, o quadro 6 exemplifica 3 das Regras e Axiomas descritos na ontologia OIR.

| Identificação | Regras / Axiomas |
|---------------|--|
| 1 | $\text{ArtigoEmPeriodico}(?x) \rightarrow \text{Documento}(?x)$ |
| 2 | $\text{RelatorioDePesquisa}(?x) \wedge \text{avaliadoPor}(?x, ?y) \rightarrow \text{possuiColaborador}(?x, ?y)$ |
| 3 | $\text{RelatorioDePesquisa}(?x) \wedge \text{contempladoEm}(?x, ?y) \wedge \text{elaboradoPor}(?x, ?z) \rightarrow \text{possuiVinculoDePesquisa}(?z, ?y)$ |

Quadro 6 – Exemplos de Regras e Axiomas da OIR

Conforme pode ser observado, as Classes e Propriedades representam os predicados para a definição das regras e Axiomas. A Regra 1 indica que um Artigo publicado em um Periódico também é uma instância da classe “Documento”, mesmo que tenha sido cadastrado apenas na classe “ArtigoEmPeriodico”; a Regra 2 infere que um Pesquisador que participou de uma banca de Mestrado ou Doutorado pode ser considerado como colaborador da versão final do trabalho apresentado; a Regra 3 infere que um Pesquisador que defendeu uma dissertação de mestrado ou tese de doutorado em determinada linha de pesquisa, possui vínculo com esta linha de pesquisa.

Deste modo, verifica-se que a partir da definição de Regras e Axiomas torna-se possível inferir novas informações de forma automática, possibilitando melhorias significativas no âmbito da organização e recuperação de conteúdos infomacionais.

4.3 BibliOntO: um protótipo de biblioteca digital baseada em ontologias

O desenvolvimento de aplicações baseadas em ontologias, *Ontology-Based Applications* (OBAs), têm despertado o interesse de inúmeros pesquisadores ao longo dos últimos anos. Segundo McGuinness (1998), há aproximadamente uma década intensificaram-se os relatos de pesquisas que descreviam a utilização de ontologias, focadas principalmente na organização e recuperação de informações.

Destaca-se a importância do desenvolvimento de aplicações baseadas em ontologias que possibilitem a incorporação de novas possibilidades aos processos de representação, organização, disseminação e recuperação de recursos informacionais.

Conforme afirma Gaitanou (2009) as aplicações baseadas em ontologias já não são apenas especulações teóricas, sendo a capacidade das ontologias para expressar semântica de significativa importância para a prestação de serviços de alta qualidade, favorecendo novas alternativas de compartilhamento, reutilização e interoperabilidade.

Jasper e Uschold (1999) classificam as aplicações de ontologias em três categorias:

- **Autoria Neutra:** artefatos de informação escritos em uma linguagem única, que são convertidos em diferentes formatos para o uso em sistemas com propósitos distintos, possibilitando melhorias na manutenção, reutilização e retenção do conhecimento a longo prazo;
- **Acesso Comum à informação:** ontologias que possibilitam tornar legíveis informações, necessárias por uma ou mais pessoas/aplicações, expressas em um vocabulário desconhecido, ou inacessível; favorecendo a interoperabilidade e utilização/reutilização mais eficaz dos recursos conhecimento, a partir de uma compreensão compartilhada dos termos;
- **Indexação:** ontologias utilizadas para a indexação de artefatos de informação, possibilitando um acesso mais rápido aos recursos de interesse e, conseqüentemente, uma utilização/reutilização mais eficaz dos conhecimentos.

No âmbito de desenvolvimento de bibliotecas digitais, as ontologias favorecem melhores resultados para as buscas realizadas pelos usuários, contribuindo para uma maior aproximação dos profissionais da informação com as novas possibilidades oferecidas pelas tecnologias semânticas.

Deste modo, esta seção contextualiza as tecnologias envolvidas na implementação de um protótipo de biblioteca digital baseado em ontologias, denominado como BibliOntO, que desenvolvemos com o objetivo de contribuir para a análise da aplicação de ontologias em

bibliotecas digitais. Como os processos pertinentes ao desenvolvimento de softwares fogem do escopo da pesquisa, sendo este o objeto de estudo da área de Engenharia de Software, esta seção limita-se a apresentação das tecnologias utilizadas, destacando suas funcionalidades e benefícios.

As aplicações baseadas em ontologias favorecerem a exploração das potencialidades oferecidas pelas tecnologias semânticas e mesmo não sendo, necessariamente, projetadas para a Web contribuem para um melhor entendimento das camadas da Web Semântica, conforme exemplificado na figura 21.

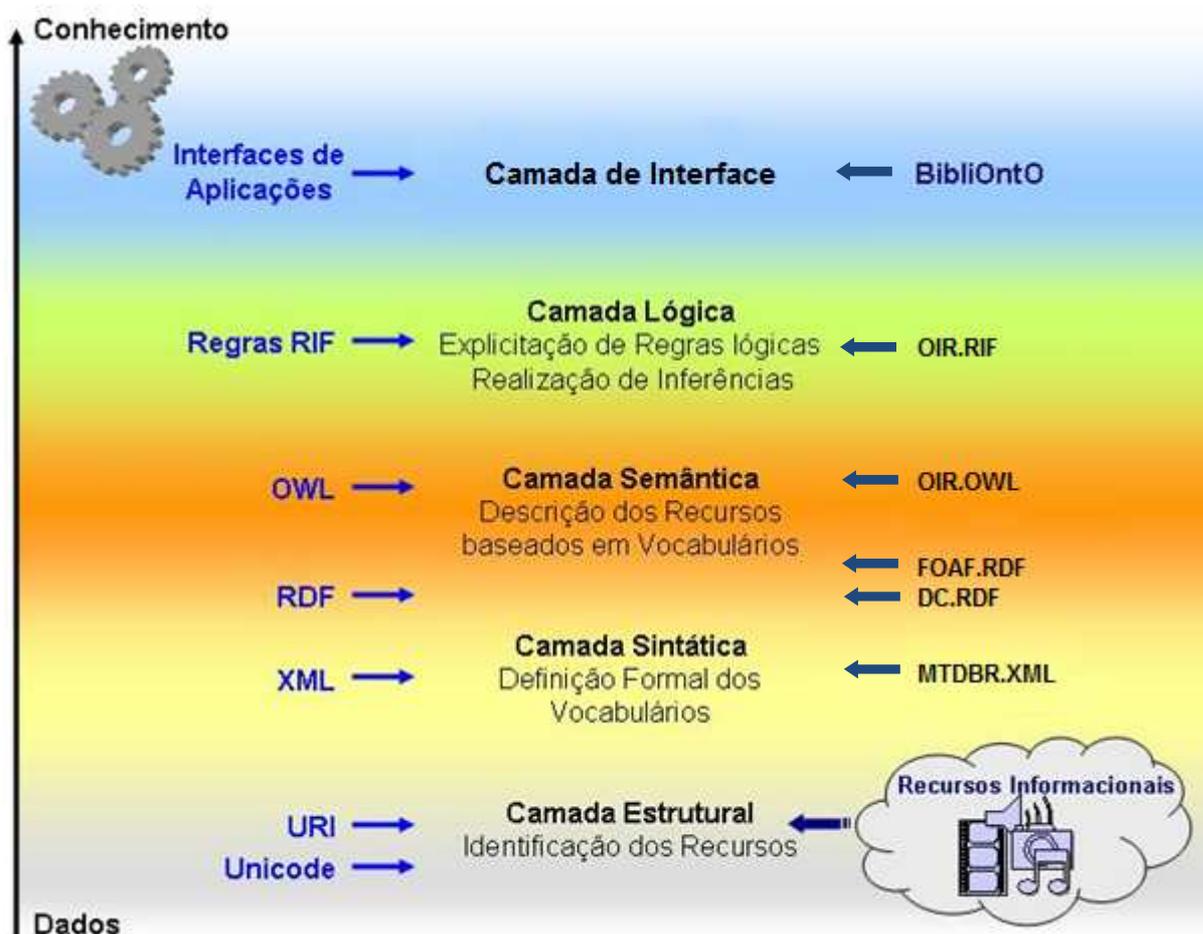


FIGURA 21 – Tecnologias e Camadas da Web Semântica

Conforme pode ser observado, de acordo com suas características e objetivos, cada uma das tecnologias envolvidas pode ser classificada a partir do Espectro da Web Semântica, proposto no anterior. Nesta perspectiva, o protótipo BibliOntO apresenta-se na Camada de Interface, como uma aplicação desenvolvida com um propósito específico e que possibilita a interligação das solicitações dos usuários com as camadas inferiores.

Neste contexto, verifica-se um número crescente de tecnologias e padrões concebidos buscando auxiliar no desenvolvimento de aplicações baseadas em ontologias. Assim, de acordo com o enfoque desta pesquisa, podem-se destacar as tecnologias Jena e Pellet, utilizadas no desenvolvimento do protótipo BibliOntO.

Jena é uma *Application Programming Interface*³⁸ (API) para a linguagem de programação Java, desenvolvida por Brian McBride da Hewlett-Packard (HP) especificamente para o desenvolvimento de aplicações semânticas. Consiste de uma série de classes e métodos de programação que favorecem a manipulação de ontologias, possibilitando transformá-las em modelos abstratos orientados a objetos, favorecendo a manipulação de seus componentes de forma independente (JENA, 2009).

Um dos principais benefícios do desenvolvimento de aplicações baseadas em ontologias é a possibilidade de utilização de regras de inferência para a obtenção de informações implícitas no domínio modelado. Computacionalmente, para a realização de inferências é necessário um motor de inferência.

Motor de inferência é uma ferramenta computacional que analisa um determinado conjunto de informações a partir de regras pré-determinadas e infere um conjunto de soluções possíveis. Jena além de fornecer alguns modelos de motores de inferências pré-construídos, também possibilita a customização, ou inserção, de modelos.

É por meio do motor de inferência que a API Jena irá processar e analisar os conteúdos da ontologia com base nas regras descritas. Após tal processamento as consultas realizadas retornarão como resultado os dados originais da ontologia e também assertivas derivadas das lógicas de inferências definidas no modelo ontológico (REYNOLDS, 2009).

Para implementação do protótipo BibliOntO optou-se pela utilização do motor de inferência Pellet, um sistema de código aberto escrito em Java para automatizar o raciocínio sobre os dados descritos na linguagem OWL DL.

Desenvolvido pela *University of Maryland's Mindswap Lab* a vantagem da utilização do Pellet em conjunto com a API JENA é a maior capacidade computacional para a realização de inferências, possibilitando analisar a coerência da ontologia, classificar taxonomias e checar a consistência dos relacionamentos e axiomas.

Segundo Sirin e colaboradores (2007) as principais funcionalidades do Pellet podem ser descritas sucintamente como:

³⁸ API é um conjunto de rotinas e padrões estabelecidos para a utilização das funcionalidades por programas aplicativos, omitindo detalhes de implementação.

- **Análise e reparo de Ontologias:** A OWL tem dois dialetos principais, OWL Full e OWL DL, sendo esta última um subconjunto da primeira. Algo que costuma causar confusão nos desenvolvedores de ontologias é o fato de existirem restrições na OWL DL que não se aplicam a OWL Full. Assim, um documento que deveria ser OWL DL acaba se tornando um OWL Full. O Pellet possui heurísticas para detectar documentos OWL Full que podem ser convertidos em OWL DL;
- **Raciocínio de tipos de dados:** O XML Schema tem um rico conjunto básico de tipos, além de permitir criar novos tipos de dados. O Pellet pode testar a satisfatibilidade³⁹ dos tipos de dados básicos e também dos criados pelo usuário;
- **Raciocínio de multi-ontologias usando E-Connections:** Uma E-Connection é uma linguagem de representação do conhecimento definida como a combinação de outros formalismos lógicos. O Pellet usa essa linguagem para definir e instanciar combinações de ontologias OWL-DL, isto é, como uma maneira de combinar bases de conhecimento ao invés de lógicas;
- **Correção de erros das ontologias (*Debugging*):** A checagem de insatisfatibilidade⁴³ de conceitos em uma ontologia é uma tarefa direta. Entretanto, o diagnóstico e a resolução dos erros geralmente não são suportados. O Pellet provê suporte à resolução de erros apontando axiomas que causam inconsistências e a relação entre conceitos insatisfáveis.

Assim, utilizando-se de tais tecnologias, desenvolvemos o protótipo BibliOntO no intuito de demonstrar a aplicabilidade de ontologias em bibliotecas digitais, contribuindo para a avaliação da ontologia OIR, por meio da realização de buscas que simulem as necessidades informacionais de usuários em potencial, possibilitando a realização de consultas semânticas baseadas nos relacionamentos representados na ontologia, conforme apresentado na figura 22.

³⁹ O conceito de Satisfatibilidade é ligado à inferência, uma sentença é “satisfável” se verdadeira em algum modelo e “insatisfável” se falsa em todos os modelos.

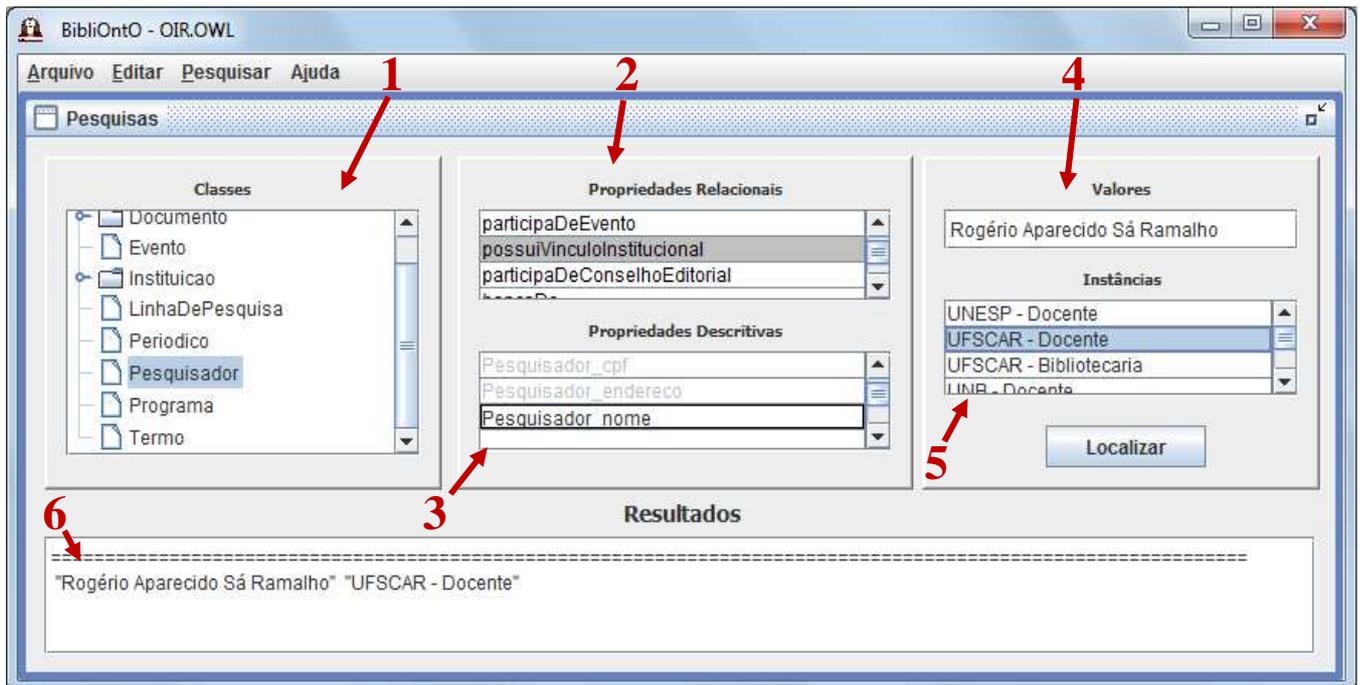


FIGURA 22 – Interface de Busca do BibliOntO

Conforme pode ser observado, a interface principal de buscas do BibliOntO é dividida em seis partes, que podem ser descritas sucintamente como:

1. **Classes:** Apresenta em formato de árvore as classes e subclasses da ontologia;
2. **Propriedades Descritivas:** Exibe as propriedades descritivas de cada uma das classes selecionadas;
3. **Propriedades Relacionais:** Apresenta as propriedades relacionais de cada uma das classes selecionadas;
4. **Valores:** Possibilita a inserção de expressões textuais, para serem utilizadas nas buscas das propriedades descritivas;
5. **Instâncias:** Exibe as instâncias de acordo com a classe e a propriedade relacional selecionada;
6. **Resultados:** Apresenta os resultados da consulta realizada.

Deste modo, torna-se possível a realização de buscas a partir de qualquer um dos conceitos representados no modelo do domínio, favorecendo respostas mais adequadas às necessidades informacionais dos usuários, permitindo a recuperação de informações contextualizadas e a realização inferências automáticas, baseadas nas regras e axiomas descritos na ontologia OIR.

Contudo, a realização de consultas semânticas só tornou-se possível devido à utilização da ontologia OIR para a representação formal das propriedades e relacionamentos existentes no domínio modelado.

Nesta perspectiva, destacam-se as possibilidades de contribuições da área de Ciência da Informação para o desenvolvimento de ontologias, devido ao seu embasamento teórico referente às formas de representação e práticas profissionais identificadas em seu campo de atuação. Do mesmo modo, verifica-se também que o desenvolvimento e utilização de ontologias têm acarretado reflexos no âmbito da área de Organização do Conhecimento e apontado novas possibilidades no fazer profissional da área de Ciência da Informação, conforme apresentado nas próximas seções.

4.4 Organização do Conhecimento e ontologias

O conhecimento acumulado pela humanidade apresenta-se em diversas formas (fotos, filmes, sites, livros, documentos de arquivos, peças de museu) e deve ser organizado a fim de proporcionar sua recuperação e uso. Como a quantidade de conhecimento disponível cresce a cada dia a organização é ainda mais necessária, considerando que ninguém individualmente é capaz de se lembrar onde cada fragmento de informação pode ser encontrado, e quais são as suas relações com outras partes (GNOLI, 2009).

Tradicionalmente a área de OC possui natureza mediadora, uma vez que propicia a interlocução entre os contextos de produção e de uso da informação, em especial naquilo que tange à dimensão dos conteúdos informacionais, no mais das vezes denominada como tratamento temático da informação (GUIMARÃES, SALES, 2010).

Segundo Barité (1997), o tratamento temático da informação tem como foco questões referentes à análise, descrição e representação do conteúdo dos documentos, bem como suas interfaces com as teorias e sistemas de armazenamento e recuperação da informação.

Historicamente, esse campo de estudos apresenta-se a partir de três vertentes teóricas: a catalogação de assunto (subject cataloguing) de matriz norte-americana, a

indexação (indexing) de matriz inglesa e a análise documental (analyse documentaire) de matriz francesa (Guimarães, 2009).

Assim, considerando-se a análise documental como uma das correntes teóricas do tratamento temático da informação, verifica-se que face às novas especificidades dos ambientes digitais os processos organização e representação precisar ser repensados sob diferentes perspectivas.

Neste contexto, as ontologias figuram como uma nova abordagem computacional de organização e representação de conteúdos em ambientes digitais, favorecendo a aproximação dos modelos clássicos de organização do conhecimento com as novas tecnologias semânticas desenvolvidas no âmbito do ambiente Web.

Tal aproximação resulta em um processo de reconfiguração disciplinar, podendo-se considerar que as possibilidades oferecidas pela utilização de ontologias representam um avanço compatível ao que os tesouros proporcionaram para a recuperação em texto livre nos primórdios da Ciência da Informação.

Segundo Gómez Péres (2001), ontologias podem ser utilizadas na comunicação entre pessoas, organizações e na interoperabilidade entre sistemas. Neste contexto, Liu (2004) classifica a utilização de ontologias em quatro categorias: representação do conhecimento, mapeamento de metadados, suporte computacional para trabalhos colaborativos e mineração de dados.

As ontologias possibilitam representar os objetos, relações e restrições existentes nos modelos de representação do conhecimento convencionais, compartilhando seu vocabulário e sua estrutura com as linguagens de descritores, os tesouros e as taxonomias. Deste modo, favorecem a interoperabilidade entre sistemas a partir da descrição formal das relações, em um formato que possa ser interpretado por computadores, inserindo a OC em um campo mais amplo de investigação transdisciplinar.

Conforme destaca Garcia Marco (2007) tudo isso resulta em uma importância renovada das ferramentas de controle conceitual e terminológico, situando a área de OC em uma posição privilegiada.

A partir da potencialização da representação dos relacionamentos existentes entre os conceitos que “traduzem” os conteúdos documentais, as ontologias apresentam-se como um novo tipo de fonte secundária, instituindo novas formas de acesso e favorecendo maior flexibilidade e qualidade na recuperação de informações, a partir da realização de inferências automáticas.

Gnoli e Bosch e Mazzocchi (2007) indicam como a dependência entre conceitos, que não é resolvida pelos tesauros ou por tabelas de classificação, pode ser representada a partir de uma ontologia, onde se define de modo explícito cada tipo de relação.

As ontologias favorecem a representação formal dos relacionamentos semânticos existentes entre os conceitos, contribuindo para a realização de atividades de classificação e indexação de forma mais eficiente. Tais capacidades são de significativa importância para a interoperabilidade entre sistemas e vocabulários, pois contribui para a integração de informações disponibilizadas em diversas fontes, apesar das diferentes formas de representações conceituais e contextuais.

Nesta perspectiva, embora seja necessário eleger termos para representar os conceitos e relações, as ontologias não se limitam ao controle terminológico, explicitando os aspectos semânticos que regem um domínio, interligando os diversos conceitos e favorecendo maior liberdade na definição do vocabulário.

Segundo Gilchrist (2003) as ontologias possibilitam a representação a partir de uma gama mais ampla de palavras e diferentemente dos tesauros, que empregam somente termos (substantivos) e se limitam a indicação da existência de relações, as ontologias favorecem a incorporação de adjetivos, verbos, variações morfológicas e expressões sintáticas que possam ser usados na recuperação de informações.

Ainda de acordo com o referido autor, as ontologias têm como objetivo representar a realidade, requerendo comparações das características dos conceitos e suas associações com objetos (relações ônticas), de modo que tais características seriam inadequadas para apresentação em uma interface de usuário, contudo podem favorecer buscas mais eficientes, via software.

Conforme afirmam Campos, Souza e Campos (2003), uma ontologia

[...] apesar de possuir princípios para descrição de metaníveis de objetos em um domínio (universais), não utiliza esta classificação como mecanismo inicial para a organização dos objetos em um contexto. O processo é iniciado com a descrição bastante específica dos objetos, desde sua identidade até a sua dependência com outros objetos, mas a dependência não é estabelecida do contexto para o objeto, e sim entre os objetos.

Assim, observa-se que as ontologias são instrumentos de nível epistemológico, que fornecem uma formalização das relações semânticas entre os termos a partir de Lógica de primeira ordem, não abrangendo determinados problemas ontológicos, como em relação às categorias universais, que permanecem em grande parte fora da formalização.

Garcia Marco (2007) afirma que as ontologias não são linguagens documentarias tradicionais, mas implementações conjuntas de sistemas terminológicos a partir de diversas lógicas, geralmente a de predicados de primeira ordem, favorecendo a representação do conhecimento e dando suporte para a realização de inferências automáticas, de modo que suas aplicações vão além da recuperação de informações.

Assim, como resultado da investigação realizada estabeleceu-se uma categorização dos componentes das ontologias, identificando-os como: (I) Classes e Subclasses; (II) Propriedades Descritivas; (III) Propriedades Relacionais; (IV) Regras e Axiomas; (V) Instâncias e (VI) Valores.

As Classes e Subclasses são estruturadas por meio de uma taxonomia de conceitos, organizados a partir das características essenciais das entidades representadas na ontologia e interligadas por relações hierárquicas de instâncias, de modo que todas as instancias de uma Subclasse devem necessariamente ser instâncias da Classe superior, não sendo adequado, portanto, utilizá-las para representar, por exemplo, relações partitivas.

Quanto as Propriedades Relacionais, estas caracterizam-se como relações não-hierárquicas, se apresentando como relações ônticas, pois estabelecem relações entre objetos e possibilitam rotular as próprias relações, favorecendo maior liberdade de representação.

As relações ônticas podem ser subdivididas em diversos tipos, podendo variar de acordo com o contexto (DAHLBERG, 1978). Conforme afirmam Sales, Campos e Gomes (2008) para o desenvolvimento de ontologias torna-se necessário explicitar a natureza das

relações, de modo que as relações hierárquicas são relações lógicas, de abstração, enquanto as relações não-hierárquicas são ônticas, pois se dão entre objetos.

As Propriedades Descritivas são utilizadas para representar características das classes da ontologia, de modo que sua utilização se aproxima aos instrumentos e normas de representação descritiva utilizados no âmbito da área de Ciência da Informação.

Assim, considerando a categorização das relações entre conceitos, comumente utilizada no âmbito da área de OC, verifica-se que uma ontologia apresenta relações hierárquicas entre suas classes e relações não-hierárquicas entre suas propriedades relacionais e classes. Deste modo, tais componentes: (I) Classes e Subclasses; (II) Propriedades Descritivas; (III) Propriedades Relacionais e (IV) Regras e Axiomas possibilitam representar formalmente os elementos e relacionamentos do domínio modelado.

As Regras e Axiomas figuram como os principais componentes que distinguem as ontologias dos demais instrumentos de representação utilizados no âmbito da área de Ciência da Informação, tendo como objetivos possibilitar a representação da ontologia em um formato que possa ser processado por computadores e favorecer a realização de inferências automáticas.

Outra característica constatada é a capacidade de representação das ontologias tanto informações genéricas (para a modelagem de domínios), como informações concretas (atribuição de valores concretos). Deste modo, para a representação de informações concretas são utilizadas os componentes: Instâncias e Valores, os quais possibilitam atribuir informações concretas às classes e propriedades descritivas, respectivamente.

Nesta perspectiva, verifica-se que a utilização de ontologias promete dar abundantes frutos no âmbito da área de OC, favorecendo a transposição dos métodos convencionais de representação do conhecimento para os ambientes digitais, contribuindo para a realização de operações lógicas de forma automática, como, por exemplo, localizar um termo em diversas fontes de informação, detectar termos genéricos e equivalentes, eliminar ambigüidades, identificar hipônimos, entre outras. Favorecendo assim uma representação e contextualização mais adequada dos conteúdos documentais.

Gomes (2009) destaca que para a representação do conhecimento, os relacionamentos constituem um aspecto fundamental para a área de Ciência da Informação tem a colaborar, seja no plano da própria teoria da classificação, seja na identificação do conceito e de seu sistema.

Assim, destaca-se a importância de estudos epistemológicos que contribuam para a convergência das ontologias e os modelos clássicos de organização do conhecimento, pois, quando analisada sob a ótica epistemológica, tal abordagem de representação do conhecimento ainda possui deficiências. Contudo, é inegável que a utilização de ontologias favorece novas potencialidades no âmbito da área de OC, trazendo no bojo de seu desenvolvimento novos desafios para os profissionais da informação.

4.5 Potencialidades e desafios da utilização de ontologias

Há mais de duas décadas Swatson (1988, p.97), já destacava:

A deslumbrante capacidade que oferecem serviços *online* abre novos horizontes para a criatividade humana de explorar o mundo de conhecimentos registrados, e novas oportunidades para pesquisas de investigação em matéria de recuperação da informação.

Segundo Garcia Marco (2007), é fácil caracterizar o mundo atual do ponto de vista informacional, de modo que a Internet tem se convertido no novo ambiente de distribuição, armazenamento, publicação e acesso a informação.

Assim, é inegável o fato de que o ambiente o Web constitui-se como uma das mais ricas fontes de informações da atualidade, apresentando-se também como um ambiente interativo que possibilita a troca de informações em escala global. Tal fato, que à primeira vista apresenta ser o seu maior apelo, passou a representar um de seus fatores críticos, pois devido ao aumento exponencial na quantidade de recursos informacionais disponíveis, e a forma de representação utilizada, torna-se a cada dia mais complexa a tarefa de localizar informações específicas. Deste modo, foi a partir das pesquisas relacionadas à Web Semântica, que as ontologias passaram a despertar o interesse dos profissionais da informação, como um novo instrumento de representação do conhecimento.

Nesta perspectiva, uma década após o início do projeto Web Semântica observa-se que ainda há muito a ser feito para sua possível concretização; contudo, muitas das tecnologias desenvolvidas no âmbito do ambiente Web têm sido utilizadas em sistemas de informação e bibliotecas digitais, entre as quais se destaca as ontologias.

Conforme destacam Hu e Zhao (2007), a utilização de ontologias para descrever conceitos, baseando-se no seu nível semântico, apresenta-se como uma abordagem promissora no campo de pesquisa de bibliotecas digitais.

A partir do desenvolvimento das TICs e devido ao aumento exponencial na quantidade de documentos armazenados novas demandas informacionais são impostas às bibliotecas, deste modo, o que poderia ser realizado por meio de cartões de papel em bibliotecas do século XIX, não é suficiente para atender as atuais necessidades informacionais dos usuários (DABROWSKI; SYNAK; KRUK, 2009).

Atualmente, apresenta-se como desafio a necessidade de singularização contextual na reconstrução do conhecimento, buscando a contextualização das informações a partir de requisitos de pertinência e relevância, que favoreçam a recuperação e o acesso mais adequado das informações que realmente interessam aos usuários.

Nesta perspectiva, as ontologias se apresentam como uma nova categoria de instrumentos de representação do conhecimento e deste modo, apesar das novas potencialidades oferecidas, possuem aspectos comuns que as aproximam dos demais modelos de representação utilizados tradicionalmente no âmbito da área de Ciência da Informação.

De acordo com os moldes convencionais, a representação de um documento consiste em descrever seus pontos de acesso a partir da catalogação e realizar a indexação de seu conteúdo, identificando os assuntos abordados e traduzindo-os por meio de uma linguagem documentaria.

A partir de tais procedimentos torna-se possível a identificação de forma única dos documentos e a realização de buscas por assunto. Mas, que tal consultar a experiência profissional do autor? Ou verificar detalhes sobre a sua formação acadêmica? Que tal recuperar o endereço eletrônico de todos os eventos que participou no último ano? São nestas perspectivas que residem as potencialidades das ontologias.

O ponto principal é que se bem construída uma ontologia pode representar uma visão de mundo, potencializando representações semânticas que não poderiam ser obtidas a partir de descrições textuais. As representações semânticas podem fornecer informações sobre os objetos na maneira como as pessoas tendem a pensar. Nós usamos associações livres, agrupamento de objetos por semelhanças e permitindo muitos tipos de contextos, diferenciando a importância dos fatores de acordo com a situação. Uma foto aérea vai significar algo diferente para um turista do que para um militar (DABROWSKI; SYNAK; KRUK, 2009).

Nesta perspectiva, verifica-se que as ontologias possibilitam o desenvolvimento de novos tipos de serviços de informação e melhorias significativas nos processos de representação, organização e recuperação de informações em ambientes digitais, apontando perspectivas inovadoras para o desenvolvimento de bibliotecas digitais, tais como o fornecimento automático de resultados contextualizados por meio da integração de informações disponibilizadas em fontes distribuídas; o desenvolvimento de métodos automáticos, ou semi-automáticos, de seleção de documentos; compatibilização lingüística e semântica, a partir da realização de inferências automáticas; entre outras.

O desenvolvimento de ferramentas que favoreçam o estabelecimento de relações semânticas entre diferentes partes de um *corpus* documental, favorece que as bibliotecas digitais possam inferir informações acerca de questões complexas, fundamentais para a área acadêmica, tais como as apresentadas por Shum e colaboradores (2007):

- Quais publicações sustentam e contestam este documento?
- Qual é a corrente intelectual dessa idéia?
- Que dados estão lá para sustentar esta reivindicação específica ou previsão?
- Quem mais está trabalhando sobre este problema?
- Esta abordagem foi utilizada em outros campos? Quais as conexões lógicas ou analógicas foram feitas entre essas idéias?

Tais questões requerem evidentemente um trabalho interpretativo complexo, e, além disso, podem haver divergências de diversos tipos. As perguntas acima requerem anotação semântica em um nível diferente da abordada por metadados convencional (SHUM, et al., 2007).

Weinstein e Birmingham (1998) afirmam que a utilização de ontologias em bibliotecas digitais pode favorecer os seguintes benefícios:

- **Consultas mais precisas:** como todos os conceitos de uma ontologia podem ser utilizados como pontos de acesso para consultas, possibilitam expressões de busca mais adequadas e precisas;
- **Explicitar buscas imprecisas para consultas precisas:** Em ontologias, os atributos são definidos pelas suas relações com outros atributos, fornecendo numerosas seqüências intuitivamente naturais para auxiliar os usuários na articulação de suas necessidades e refinamento das consultas, tornando-as cada vez mais específicas;
- **Integração de catálogos.** O mesmo tipo de raciocínio usado para agrupar descrições bibliográficas pode ser aplicado para integrar múltiplos catálogos;
- **Cálculo das necessidades de licença por serviço:** Os relacionamentos da ontologia podem fornecer tanto uma linguagem para expressar contratos de licença, como meios para computar taxas de serviço em tempo de execução.

Assim, observa-se que as ontologias possibilitam ir além da representação dos aspectos descritivos e temáticos dos documentos, fornecendo subsídios computacionais para a representação dos próprios domínios, contribuindo para a contextualização das informações e apontando novas possibilidades no fazer profissional da área de Ciência da Informação.

Nesta perspectiva, inúmeros autores tem apresentado as potencialidades da utilização de ontologias em bibliotecas digitais. Deng e Tang (2002) fazem uso de ontologias e tecnologia de agentes para propor um novo modelo de descoberta de conhecimento, utilizando ontologias para duas funções principais: favorecer uma melhor classificação e melhorar a revocação e taxa de precisão de recuperação por meio de buscas semânticas.

Li e Sun (2003) propõem um novo modelo de serviço de biblioteca digital, que integra uma séria de ontologias, desempenhando um papel central na compreensão semântica dos recursos e serviços digitais.

Em meio ao crescente número de projetos relacionados ao desenvolvimento de bibliotecas digitais baseados em ontologias, e de acordo com o escopo desta pesquisa, pode-se destacar também os projetos JeromeDL, ScholOnto.

O projeto JeromeDL⁴⁰ consiste de uma biblioteca digital de código aberto que possibilita a descrição de recursos informacionais a partir da linguagem computacional RDF e a realização de buscas semânticas baseadas em ontologias (KRUK; DECKER; ZIEBORAK, 2005).

ScholOnto é um servidor de biblioteca digital que a partir da aplicação de ontologias fornece uma plataforma semântica para a discussão e interpretação do discurso acadêmico, focalizando alternativas de interface e colaboração (SHUM; MOTTA; DOMINGUE, 2000).

No âmbito desta pesquisa, o protótipo BibliOntO demonstrou a aplicabilidade de ontologias como instrumento de representação do conhecimento em bibliotecas digitais, favorecendo a indexação dos conteúdos informacionais a partir da representação dos relacionamentos semânticos existentes entre os conceitos do domínio modelado.

Assim, a partir da utilização de ontologias, os profissionais da informação vêm multiplicar as possibilidades de atuação profissional, por meio da incorporação de novas potencialidades aos processos de representação, organização, disseminação e recuperação de informações.

Segundo García Marco (2007) a investigação sobre ontologias e o movimento de convergência com os instrumentos convencionais de organização do conhecimento possibilita a aproximação de um conjunto de ciências que vêm, historicamente, mantendo uma relação estreita.

Ainda de acordo com o referido autor, tal convergência favorece novas oportunidades, mas também algumas ameaças. Os perigos mais importantes identificados neste processo de aproximação são, por um lado, ser arrastado pela confusão inicial que rodeia o entorno deste magma de investigação, e, por outro, de ser absorvido e perder sua identidade.

Nesta perspectiva, é cada vez mais evidente a necessidade de familiarização dos profissionais da informação com as tecnologias emergentes do meio digital, para que estas possam ser desenvolvidas baseando-se em princípios éticos sociais e não apenas a partir de

⁴⁰ <http://www.jeromedl.org>

conhecimentos e processos puramente técnicos, para que os profissionais da informação possam desempenhar verdadeiramente seu verdadeiro papel como agentes sociais (RAMALHO; FUJITA, 2008).

García Gimenez (2004) destaca que as novas tecnologias informacionais relacionadas à organização e recuperação de informações nasceram imersas nos ambientes computacionais, de modo que tal imbricação e dependência tecnológica exigem de seus criadores determinados conhecimentos e habilidades próprias em um contexto técnico e qualificado, para que possam representar o conhecimento e permitir sua posterior recuperação a partir de métodos que superem os tradicionais, melhorando sua eficácia.

No âmbito do desenvolvimento de ontologias, as regras lógicas e axiomas figuram como os principais componentes que distinguem as ontologias dos demais instrumentos de representação utilizados tradicionalmente na área de Ciência da Informação, tendo como objetivos possibilitar a representação formal dos relacionamentos da ontologia e favorecer a realização de inferências automáticas.

Deste modo, destaca-se a importância destes novos formalismos de representação, evidenciando a necessidade de fortalecimento da formação lógico-matemática dos futuros profissionais da informação, contribuindo para o ensino de novos métodos, e competências profissionais, de representação de recursos informacionais.

Atualmente identifica-se a tendência de utilização de ontologias em bibliotecas digitais, devido às facilidades de processamento e manipulação das informações armazenadas em formato digital, contudo, nada impede que tal aplicação seja estendida para as bibliotecas convencionais. O que se pode prever, com alto grau de certeza, é que a biblioteca do futuro não será a mesma do momento atual, de modo que muitas das atividades profissionais como conhecemos hoje poderão ser extintas.

Deste modo, destaca-se a necessidade de sistematizar diretrizes teórico-metodológicas que favoreçam o ensino das novas competências profissionais necessárias para representação de conteúdos em ambientes digitais, evitando a fragmentação do campo de atuação e o surgimento de dicotomias entre aqueles aptos a trabalhar com ontologias e os que não estão.

García Marco (2007) insiste que para tornar possíveis os objetivos anteriores, se deve realizar um importante esforço no campo da formação inicial e contínua, pois o êxito requer que os profissionais conheçam e sejam capazes de utilizar os padrões de representação e navegação ontológica, e especialmente as novas ferramentas de gestão de ontologias e de utilização das mesmas em ambientes de recuperação de informação, ou pelo menos, que sejam capazes de trabalhar de forma eficaz e eficientemente com as pessoas responsáveis por estas funções.

No entanto, o futuro promissor das aplicações baseadas em ontologias apenas começa. Deste modo, espera-se que esta pesquisa possa contribuir para o desenvolvimento de novos estudos interdisciplinares, pois conforme afirma Wiener (1970, p.27) “são estas regiões fronteiriças da ciência que oferecem as mais ricas oportunidades ao investigador qualificado”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

“O que é mais difícil não é escrever muito;
é dizer tudo, escrevendo pouco”.
(Júlio Dantas, 1876-1962)

A questão que antecedeu esta pesquisa foi a constatação de que as ontologias apresentam-se como instrumentos ainda pouco compreendidos e explorados na literatura de Ciência da Informação. Assim, em meio ao “árido terreno” do desenvolvimento de ontologias, marcado pela interdisciplinaridade e fragmentação conceitual, germinou o projeto que deu origem a esta tese.

Conforme apresentado no capítulo introdutório, inicialmente buscou-se revisar as principais definições e interpretações dos conceitos de ontologia, objetivando o estabelecimento do marco teórico e conceitual da pesquisa, contribuindo para um maior esclarecimento terminológico, e estabelecendo aproximações entre os diversos conceitos de ontologia e os sistemas de organização do conhecimento utilizados no âmbito da área de Ciência da Informação.

Contatou-se que as ontologias apresentam-se como uma nova categoria de instrumentos de representação do conhecimento e deste modo, apesar de suas diferentes vinculações operativas e teóricas, possuem aspectos comuns que as aproximam dos demais modelos de representação utilizados tradicionalmente no âmbito da área de Ciência da Informação.

Em relação às tecnologias emergentes do ambiente Web, comprovou-se a crescente influência das denominadas tecnologias semânticas no desenvolvimento de bibliotecas digitais, identificando que a utilização de ontologias privilegia o ensino de novos métodos, e competências profissionais, de representação de recursos informacionais, prevenindo a fragmentação do campo de atuação dos profissionais da informação e o surgimento de dicotomias entre aqueles aptos a trabalhar com ontologias e os que não estão.

Nesta perspectiva, a partir da combinação das características das principais metodologias de desenvolvimento de ontologias apresentadas na literatura de Ciência da Computação, e dos substratos teóricos da área de Ciência da Informação definiu-se um método sistematizado para o desenvolvimento de ontologias, como objetivo facilitar a

compreensão das etapas de desenvolvimento, minimizando detalhes técnicos relacionados à especificação como artefato de software e, valorizando os pontos de convergência com os demais instrumentos de representação tradicionalmente concebidos no âmbito da área de Ciência da Informação.

Utilizando-se deste método, foi desenvolvida a Ontologia de Informações Referenciais (OIR), concebida com o objetivo de possibilitar um modelo conceitual para a representação de informações referenciais de documentos acadêmicos, contribuindo para uma melhor organização e recuperação de informações, a partir da descrição formal dos relacionamentos semânticos identificados no domínio modelado.

Posteriormente, foi desenvolvido um protótipo de biblioteca digital baseada em ontologias, denominado como BibliOntO, o qual possibilitou a avaliação da ontologia OIR a partir de buscas que se aproximassem das necessidades informacionais de um usuário em potencial, comprovando a aplicabilidade de ontologias em bibliotecas digitais, apontando perspectivas inovadoras e identificando melhorias nos processos de organização e recuperação de recursos informacionais.

Deste modo, conclui-se que o método proposto para o desenvolvimento de ontologias atingiu seus objetivos, favorecendo a concepção de ontologias a partir de um melhor aproveitamento dos instrumentos e métodos já empregados com êxito no âmbito da área de Ciência da Informação.

Verificou-se também, que as ontologias favorecem meios de compatibilização lingüística e semântica, possibilitando a interoperabilidade entre diferentes linguagens de representação e a automação de processos de organização e recuperação de informações, viabilizando métodos automáticos, ou semi-automáticos, de seleção de documentos de potencial interesse.

Nesta perspectiva, no âmbito da área de Ciência da informação definimos o conceito de ontologia como um artefato tecnológico que possibilita representar formalmente as propriedades e relacionamentos de um determinado modelo conceitual, favorecendo a utilização de inferências automáticas nos processos de organização e recuperação de recursos informacionais.

Deste modo, torna-se possível o desenvolvimento de novos serviços de referência, contribuindo para a convergência de informações disponibilizadas em diferentes fontes, no intuito de possibilitar respostas mais adequadas e contextualizadas aos usuários.

Constatou-se também que a partir da análise dos relacionamentos semânticos representados nas ontologias torna-se possível inferir informações relevantes dos documentos, que muitas vezes não são identificadas no momento da indexação, vislumbrando novas possibilidades para construção de sistemas de classificação e favorecendo uma melhor compreensão da estrutura conceitual do conhecimento.

A partir da utilização da Ontologia de Informações Referenciais (OIR), como instrumento de representação de recursos informacionais, identificou-se benefícios e desafios da utilização de ontologias em bibliotecas digitais, verificando que as ontologias possibilitam o desenvolvimento de novos tipos de serviços de informação e melhorias significativas nos processos de representação, organização e recuperação de informações em ambientes digitais, apresentando novas possibilidades no fazer profissional da área de Ciência da Informação.

Nesta perspectiva, as ontologias apresentam-se como um novo tipo de fonte secundária, instituindo novas formas de acesso e favorecendo maior flexibilidade e qualidade na recuperação de informações, a partir da realização de inferências automáticas. Tais características são de grande importância, principalmente considerando a crescente tendência de disponibilização de documentos em meio digital, a qual pode ser comprovada inclusive a partir da verificação de que mais de 80% das obras citadas nesta pesquisa estão disponibilizadas na Web.

Assim, destacam-se como possibilidades futuras de investigação a utilização da OIR como instrumento de apoio para a realização de análises bibliométricas e cientométricas, por meio da identificação de padrões, redes de colaboração e exploração dos relacionamentos semânticos representados na ontologia. Bem como, a aplicação do protótipo BibliOntO e da OIR em contextos reais.

Constatou-se também, que as ontologias permitem ir além da representação dos aspectos descritivos e temáticos dos documentos, fornecendo subsídios computacionais que possibilitam representar os próprios domínios, permitindo a recuperação de informações contextualizadas. Deste modo, pode-se considerar que para a área de Organização do

Conhecimento as ontologias representam um avanço compatível ao que os tesauros proporcionaram para a recuperação em texto livre nos primórdios da Ciência da Informação.

Enquanto nos catálogos convencionais as descrições limitam-se aos dados sobre o autor, título e cabeçalhos de assunto; as ontologias favorecem a indexação a partir de diversos níveis de representação, possibilitando descrever formalmente os relacionamentos semânticos inerentes aos conteúdos documentais e a recuperação por meio de diferentes pontos de acesso.

Nesta perspectiva, espera-se que os fundamentos teórico-metodológicos apresentados como frutos desta investigação possam contribuir para o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao desenvolvimento e utilização de ontologias, favorecendo o estabelecimento de raízes sedimentadas no *corpus* teórico da área de Ciência da Informação, capazes de suportar a fragmentação conceitual inerente a este novo campo de estudo.

Neste estágio da pesquisa, acredita-se que este não é o término da jornada, mas apenas os passos iniciais deste pesquisador na tentativa de colaborar com o desenvolvimento desta instigante temática, pautando-se na unidade do conhecimento sobre os limites da ciência contemporânea.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. B. Uma introdução ao XML, sua utilização na Internet e alguns conceitos complementares. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 31, n. 2, 2002. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/viewArticle/140>> Acesso em: 21 fev. 2006.
- ANSI/NISO. Z39.19 – 2005. **Guidelines for the construction, format, and management of monolingual controlled vocabularies**. Bethesda: NISO Press, 2005. 184 p. Disponível em: <<http://www.niso.org>>. Acesso em: 30 fev. 2007.
- ARAUJO, G. B. **Sistemas de arquivos Windows e Unix**. 2003. Monografia (Especialização em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- ARL. ASSOCIATION OF RESEARCH LIBRARIES. **Definition and Purposes of a Digital Library**. 1995. Disponível em: <<http://careers.arl.org/resources/pubs/mmproceedings/126mmappen2>> Acesso em: 20 out. 2009.
- ARRELANO, M. A. M. Serviços de referência virtual. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 30, n. 2, 2001. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/ci/v30n2/6206.pdf> Acesso em: 13 fev. 2007.
- ATKINS, A. **ETD-MS: an Interoperability Metadata Standard for Electronic Theses and Dissertations**. 2008. Disponível em: <<http://www.ndltd.org/standards/metadata/etd-ms-v1.00-rev2.html>> Acesso em: 10 dez. 2009.
- BARITÉ, M. G. Organización del conocimiento: um nuevo marco teórico-conceptual en bibliotecología y documentacion. In: CARRARA, Kester (org.). **Educação, universidade e pesquisa**. III Simpósio em Filosofia e Ciências Marília. São Paulo: Unesp-Marília-Publicações, Fapesp, 2001.
- BARITÉ, M. **Referenciales teóricos vigentes en el área de tratamiento temático de la información y su expresión metodológica**. Porto Alegre: ABEED, 1998. Relatório técnico do II Encontro de Dirigentes dos cursos superiores de Biblioteconomia dos países do Mercosul, Buenos Aires, nov. 1997.
- BAX, M. Agentes de Interface para Bibliotecas Digitais: A Arquitetura SABiO. In: Seminário sobre automação em bibliotecas e centro de documentação, 6., 1997, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia : UNIVAP, 1997. Disponível em: <<http://www.bax.com.br/research/publications/viseab.pdf>> Acesso em: 10 dez. 2007.
- BERNERS-LEE, T. **Information Management: a proposal**. CERN, Genebra, mar. 1989. Disponível em: <<http://www.w3.org/History/1989/proposal.html>>. Acesso em: 20 Set. 2008.
- BERNERS-LEE, T. **Semantic Web road map**. 1998. Disponível em: <<http://www.w3.org/DesignIssues/Semantic.html>>. Acesso em: 18 set. 2008.

BLATTMANN, U. ; SILVA, F. C. C. da S. Colaboração e interação na web 2.0 e biblioteca 2.0. **Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina, Florianópolis**, v. 12, n. 2, p. 191-215, jul./dez., 2007. Disponível em: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2684572> Acesso em: 16 set. 2008.

BORCHERT, D. M. **Encyclopedia of Philosophy**. 2. ed. Detroit: Macmillan Reference 2006.

BORGMAN, C. L. What are digital libraries? Competing visions **Information Processing and Management**, v. 35, p. 227-243, 1999. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu>> Acesso em: 15 set. 2007.

BRATT, S. **Semantic Web, and Other Technologies to Watch**. October, 2008. Disponível em: <[http://www.w3.org/2008/Talks/1009-bratt-W3C-SemTech/#\(2\)](http://www.w3.org/2008/Talks/1009-bratt-W3C-SemTech/#(2))>. Acesso em: 30 abr. 2009.

BRAY, T. et al. Namespaces. In: **XML 1.1. W3C Recommendation**, 4 feb. 2004. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/2004/REC-xml-names11-20040204>>. Acesso em: 15 set. 2008.

BRAY, T.; PAOLI, J.; SPERBERG-MCQUEEN, C. M.. Extensible Markup Language. In: **XML 1.0. W3C Recommendation**, 10 feb. 1998. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/1998/REC-xml-19980210.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2008.

BREEDING, M. We need to go beyond Web 2.0. **Computers in Libraries**, v. 27, n. 5, p. 22-25, may 2007. Disponível em: <<http://www.infotoday.com/cilmag/may07/index.shtml>>. Acesso em: 30 ago. 2008.

BRICKLEY, D. et al. RDF vocabulary description language 1.0: RDF schema. **W3C recommendation**, 10 Fev. 2004. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdfschema-20040210>>. Acesso em: 16 set. 2006.

BURNETT, K; KWONG, B. N.; PARK, S. A Comparison of the Two Traditions of Metadata Development. **Journal of the American Society for Information Science**. v. 50, n. 13, p. 1209-1217, 1999. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/66001481/PDFSTART>>. Acesso em: 20 jan. 2008.

BUSH, V. **As we may think: the Atlantic monthly**. Boston, 1945. Disponível em: <<http://www.theatlantic.com/doc/194507/bush>>. Acesso em: 26 set 2008.

CAMPOS, M. L. A. **A organização de unidades do conhecimento em hipertextos: um modelo conceitual como um espaço comunicacional para a realização de autoria**. 2001. 186 p. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <<http://www.conexaorio.com/bit/tesemlcampos/TeseMLCampos.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2007.

CAMPOS, M. L. A.; GOMES, H. E.; Metodologia de elaboração de tesauro conceitual: a categorização como princípio norteador. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 11, n. 3, set/dez. 2006. Disponível em: <<http://www.eci.ufmg.br/pcionline/index.php/pci/article/viewFile/273>>. Acesso em: 20 out. 2007.

CAMPOS, M. L. M.; CAMPOS, M. L. A.; CAMPOS, L. M. Web semântica e a gestão de conteúdos informacionais. In: MARCONDES, C. H.; KURAMOTO, H.; TOUTAIN, L. B.; SAYÃO, L. (Orgs.). **Bibliotecas Digitais: Saberes e Práticas**. Salvador: EDUFBA; Brasília: IBICT, 2005.

CAMPOS, M. L. A.; GOMES, H. E.; MOTTA, D. F. **Elaboração de tesauro documentário -Tutorial**. 2004. Disponível em: <<http://www.conexaorio.com/bit/tesauro/index.htm>> Acesso em 20 ago. 2006.

CAMPOS, M. L. A.; SOUZA, R. F.; CAMPOS, M. L. M. Organização de unidades de conhecimento em hiperdocumentos: o modelo conceitual como espaço comunicacional para a realização da autoria. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 32, n. 2, 2003. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/viewFile/111>> Acesso em: 21 fev. 2006.

CAMPOS, M. L. de A. Modelização de domínios de conhecimento: uma investigação de princípios fundamentais. **Ciência da informação**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 22-32, jan./abr. 2004. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/index.php/ciinf/article/view/56>> Acesso em: 20 fev. 2007.

CAMPOS, M. L. M. et al. Web semântica e a gestão de conteúdos informacionais. In: MARCONDES, C. H.; KURAMOTO, H.; TOUTAIN, L. B.; SAYÃO, L. (Orgs.). **Bibliotecas Digitais: Saberes e Práticas**. Salvador: EDUFBA; Brasília: IBICT, 2005. p. 55-75.

CARVALHO, A. O.; CARVALHO, M. B. P. A semântica e a Classificação Decimal Universal. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 91-102, 1975. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/view/162>> Acesso em: 20 fev. 2007.

CASTRO, E. **XML para World Wide Web**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

CASTRO, S. **Ontologia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2008.

CHANDRASEKARAN, B.; JOSEPHON, J. R.; BENJAMIN, V.R. What are ontologies and why do we need them? **IEEE, Intelligent Systems and their Applications**, v. 14, n. 1, p. 20-26, 1999. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=630436>> Acesso em: 20 fev. 2008.

CHARTIER, R. **Os desafios da escrita**. São Paulo: Ed.Unesp, 2002.

CINTRA, A. M. M. et al. **Para entender as linguagens documentárias**. São Paulo: Polis, 2002.

CLARKE, G. Berners-Lee calls for Web 2.0 calm Familiarity breeds contempt. In: **The Register**, Aug, 2006. Disponível em:
<http://www.theregister.co.uk/2006/08/30/web_20_berniers_lee>. Acesso em: 12 mai. 2009.

CORAZZON, R. **Ontology**: a resource guide for philosophers. 2009. Disponível em:
<<http://www.formalontology.it>>. Acesso em: 15 dez. 2009.

CUNHA, M. B. Construindo o futuro: a biblioteca universitária brasileira em 2010. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 71-89, jan/abr. 2000. Disponível em:
<<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/view/269>>. Acesso em: 12 mai. 2009.

CUNHA, M. B. Das bibliotecas convencionais às digitais: diferenças e convergências. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v.13, n.1. 2008. Disponível em:
<<http://www.eci.ufmg.br/pcionline/index.php>>. Acesso em: 16 jan. 2009.

CUNHA, M. B. Desafios na construção de uma biblioteca digital. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 255-266, set./dez, 1999. Disponível em:
<<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/view/285>>. Acesso em: 16 jan. 2007.

CUTTER, C.A. **Rules for a dictionary catalog**. 4. ed, Washington: DC: Government Printing Office, 1904.

DABROWSKI, M; SYNAK, M.; KRUK, S. R. Bibliographic Ontology. In: KRUK; MCDANIEL (Eds.). **Semantic Digital Libraries**. Berlin: Springer, 2009. p. 103-122. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/j40444k3t3348125>> Acesso em: 16 dez. 2009.

DACONTA, M. C.; OBRST, L. J.; SMITH, K. T. **The Semantic Web**: a guide to the Future of XML, Web Services, and Knowledge Management. Indianapolis: Wiley Publishing, 2003.

DAHLBERG, I. A referent-oriented, analytical concept theory for Interconcept. **International Classification**, Frankfurt, v. 5, n. 3, p. 142-151, 1978.

DAHLBERG, I. Knowledge organization: a new science? **Knowledge Organization**, Frankfurt, v.33, n.1, p. 11-19, 2006. Disponível em:
<<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=18385987>> Acesso em: 16 dez. 2009.

DAUM, B.; MERTEN, U. **Arquitetura de sistemas com XML**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

DENG, Z.; TANG, S. Ontology-based Multi-agent Digital Library Servings for Information Discovery on the Web. **Computer Engineering**, v. 33, n. 2, p. 37-39, 2002.

DI FELIPPO, A. Ontologias lingüísticas aplicadas ao processamento automático das línguas naturais: o caso das redes wordnets. In: Magalhães, J. S.; Travaglia, L. C. (Orgs). **Múltiplas perspectivas em Linguística**. Uberlândia: Edufu, 2008. Disponível em:
<www.filologia.org.br/ileel/artigos/artigo_288.pdf> Acesso em: 16 dez. 2009.

DRABENSTOTT, K. M.; BURMAN, C. M. Revisão analítica da biblioteca do Futuro. **Ciência da Informação**, v. 26, n. 2, Brasília, 1997. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/view/401>> Acesso em: 20 jan. 2007.

ECO, H. **Muito além da Internet**. 2003. Disponível em <http://www.ofaj.com.br/textos_conteudo.php?cod=16>. Acesso em: 16 dez. 2009

ERCEGOVAC, Z. Introduction. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 50, n. 13, p. 1165-1168, 1999. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/66001484/PDFSTART>>. Acesso em: 20 jan. 2008.

ESTEBAN NAVARRO, M.A. El marco disciplinar de los lenguajes documentales: la Organización del Conocimiento y las ciencias sociales. **Scire**, Zaragoza, v.2, n.1, jun., 1996.

FARRAR, S.; BATEMAN, J. Linguistic ontology baseline. **OntoSpace Internal Report**. Bremen: Collaborative Research Center for Spatial Cognition, 2005. Disponível em: <<http://www.ontospace.uni-bremen.de/pub/FarrarBateman05-i1-d3.pdf>> Acesso em: 16 dez. 2009.

FOX, E. A.; et al. Networked Digital Library of Theses and Dissertations: An International Effort Unlocking University Resources. In: **D-Lib Magazine**, v. 3, n. 9, set. 1997. Disponível em: <<http://www.dlib.org/dlib/september97/theses/09fox.html>> Acesso em: 10 dez. 2009.

FOX, E. A; MARCHIONINI, G. Toward a Worldwide Digital Library. **Communications of the ACM**, v. 41, n. 4, p. 29-32, 1998. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=273035.273043>> Acesso em: 10 dez. 2009.

FOX, E.; et al. Digital libraries. **Communications of the ACM**, v. 38, n. 4, p. 22-28, 1995. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=205323.205325>> Acesso em: 10 dez. 2009.

FUJITA, M. S. L. . Organização e representação do conhecimento no Brasil: análise de aspectos conceituais e da produção científica do ENANCIB no período de 2005 a 2007. **Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, v. 1, n. 1, 2008. Disponível em: <<http://inseer.ibict.br/ancib/index.php>> Acesso em: 09 nov. 2008.

FURRIE, B. **Understanding MARC bibliographic**: machine-readable cataloging. 7. ed. Washington: Library of Congress; Follet Software, 2003. Disponível em: <<http://www.loc.gov/marc/umb>>. Acesso em: 15 nov. 2009.

GAITANOU, P. Ontologies and Ontology-Based Applications. In: SICILIA, M. A.; LYTRAS M. D. (Ed.). **Metadata and Semantics**. New York : Springer, 2009. p. 289-298. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/1701q52184122497>>. Acesso em: 15 dez. 2009.

GARCEZ, E. M. S.; RADOS, G. J. V. Biblioteca híbrida: um novo enfoque no suporte à educação a distância. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 61-74, jan./abr. 2002. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/view/147>> Acesso em: 09 nov. 2007.

GARCÍA JIMÉNEZ. A. Instrumentos de representación del conocimiento: tesauros versus ontologías. **Anales de documentación**, Mucia, n. 7, p.79-95, 2004. Disponível em: <<http://www.um.es/fccd/anales/ad07/ad0706.pdf>>. Acesso em: 10 jan 2008.

GARCÍA MARCO, F. J. Ontologías y organización del conocimiento: retos y oportunidades para el profesional de la información. **El profesional de la información**, v. 16, n. 6, p. 541-550, 2007. Disponível em: <<http://www.elprofesionaldelainformacion.com>>. Acesso em: 10 jan 2008.

GARRIDO ARILLA, M. R. **Teoría e historia de la catalogación de documentos**. Madri: Síntesis, 1996.

GILCHRIST, Alan. Thesauri, taxonomies and ontologies: an etymological note. **Journal of Documentation**, v. 59, n. 1, p. 7-18, 2002. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/10.1108/00220410310457984>> Acesso em: 21 out. 2008.

GILLIES, J.; CAILLIAU, R. **How The Web was Born**. New York: Osford University Press, 2000.

GNOLI, C. The ontological approach to knowledge organization. **Invited paper sent for discussion at the 2 Seminário de pesquisa em Ontologia no Brasil**. Rio de Janeiro, 21-22 Setembro, 2009. Disponível em: <<http://ontobra.comp.ime.br/ontological.rtf>> Acesso em: 10 out. 2009.

GNOLI, C; BOSCH, M.; MAZZOCCHI, F. A new relation for multidisciplinary knowledge organization systems: dependence. In: RODRIGUEZ BRAVO, B.; ALVITE DIEZ, M. L. (Ed.). **Interdisciplinarity and transdisciplinarity in the organization of scientific knowledge**. Leon: Universidad de León, 2007. p. 399-409. Disponível em: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2534193>. Acesso em: 20 jan. 2010.

GOMES, H. E. et al. **Manual de Elaboração de Tesauros Monolíngues**. Brasília: CNPq/PNBU, 1990. 78p.

GOMES, H. E. Tendências da Pesquisa em organização do Conhecimento. **Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, v. 2, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://inseer.ibict.br/ancib/index.php>> Acesso em: 09 nov., 2009

GOMEZ-PEREZ, A.; BENJAMINS, R. Overview of Knowledge Sharing and Reuse Components: Ontologies and Problem-Solving Methods. In: **Proceedings of the IJCAI-99 Workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods (KRR5)**, Stockholm, 1999. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu>> Acesso em: 10 dez. 2008.

GREENBERG, J. Advancing the Semantic Web via Library Functions. **Cataloging & Classification Quarterly**. New York, v. 43, n. 3-4, p. 203-225, 2007. Disponível em: <<http://www.ils.unc.edu/mrc/pdf/greenberg07advancing.pdf>> Acesso em: 10 out. 2008.

GROUPE DE TRAVAIL AD HOC SUR L'ACCÈS AUX PÉRIODIQUES EN MODE ÉLECTRONIQUE. **Intégration de la documentation sur support électronique dans les bibliothèques universitaires québécoises: Impacts et prospectives: dument de réflexion**. Anvier 2000. Disponível em: <http://www.uqo.calbiblio/acces/rens/ges_doc/poltrait.html> Acesso em: 30 ago. 2008.

GRUBER, T. R. **Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing**. Knowledge Systems Laboratory, Stanford University, 1993. Disponível em: <<http://citeseer.ist.psu.edu/gruber93toward.html>>. Acesso em: 16 set. 2006.

GRUBER, T. R. **What is an Ontology?** 1992. Disponível em: <<http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>>. Acesso em: 14 set. 2006.

GUARINO, N. Formal Ontology and Information Systems. In: N. Guarino (ed.), Formal Ontology in Information Systems. **Proceedings of FOIS'98**, Trento, Italy, 6-8 June 1998a. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu>>. Acesso em: 20 set. 2007.

GUARINO, N. Some ontological principles for designing upper level lexical resources. In: **International Conference on Language Resources and Evolution**, 1., 1998, Granada. 1998b. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu>>. Acesso em: 20 set. 2007.

GUARINO, N.; GIARETTA, P. Ontologies and knowledge bases – towards a terminological clarification. In: N. MARS (Ed). **Towards very large knowledge bases: knowledge building and knowledge sharing**. Amsterdam: IOS Press, 1995. p. 25-32. Disponível em: <<http://www.loa-cnr.it/Papers/KBKS95.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2007.

GUIMARAES, J. A. C. Abordagens teóricas de tratamento temático da informação (TTI): catalogação de assunto, indexação e análise documental. In: GARCÍA MARCO, F. J. **Avances y perspectivas en sistemas de información y documentación**. Ibersid, Zaragoza, 2009, p. 105-117.

GUIMARÃES, J. A. C. **Ensino de tratamento temático da informação nos cursos de biblioteconomia do Mercosul: análise e perspectivas de um core curriculum à luz dos avanços teóricos da área de organização do conhecimento**. Marília: Faculdade de Filosofia e Ciências da UNESP, 2001.

GUIMARÃES, J. A. C.; SALES, R. Análise documental: concepções do universo acadêmico brasileiro em Ciência da Informação. **Datagramazero**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, 2010. Disponível em: <http://www.dgz.org.br/fev10/Art_02.htm>. Acesso em: 20 fev. 2010.

GUIZZARDI, G. **Ontological Foundations for Structural Conceptual Models**. The Netherlands: Universal Press, 2005. Disponível em: <http://doc.utwente.nl/50826/1/thesis_Guizzardi.pdf>. Acesso em: 20 out. 2009.

HECKART, Ronald J. Machine help and human help in the emerging digital library. **College & Research Libraries**, v. 59, n. 3, p. 250-259, Maio 1998. Disponível em: <<http://www.lita.org/ala/mgrps/divs/acrl/publications/crljournal/1998/may/heckart.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2009.

HILL, L.L. Core elements of digital gazetteers: placenames, categories, and footprints. **Proceedings of the 4th European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries**, 2000, p. 280-290. Disponível em: <http://www.alexandria.ucsb.edu/~lhill/paper_drafts/ECDL2000_paperdraft7.pdf> Acesso em: 16 set. 2008.

HILLMANN, D. **Using Dublin Core**. 2005. Disponível em: <<http://dublincore.org/documents/usageguide/>>. Acesso em: 10 de nov. 2009.

HJORLAND, B. Fundamentals of knowledge organization. **Knowledge Organization**, v. 30, n. 2, p. 87-111, 2003. Disponível em: <<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=15694393>>. Acesso em: 10 de dez. 2009.

HODGE, G. **Systems of Knowledge Organization for Digital Libraries**: beyond traditional authority files. Washington, DC, the Council on Library and Information Resources. 2000. Disponível em: <<http://www.clir.org/pubs/reports/pub91/contents.html>>. Acesso em: 21 maio 2008.

HOVY, E. Combining and standardizing large-scale, practical ontologies for machine translation and other uses. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON LANGUAGES RESOURCES AND EVALUATION (LREC)**, 1, 1998, Granada, Spain, 1998. Disponível em: <<http://www.isi.edu/natural-language/people/hovy/papers/98LREC-ontol-align.pdf>> Acesso em: 10 de nov. 2009.

HU, ZHAO. An Ontology-based Framework for Knowledge Service in Digital Library. In: **Wireless Communications, Networking and Mobile Computing - WiCom 2007**. 2007. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org>> Acesso em: 5 jan. 2009.

HUSSERL, E. **Logical Investigations**. Volume I. London: Routledge & Keagan Paul. 1970.

HUTCHINS, J. Retrospect and prospect in computer-based translation. In: **Machine Translation Summit, Kent Ridge Labs, Singapore**. Tokyo, 1999, p. 30-44. Disponível em: <http://www.mind-consciousness-language.com/semantics_outside_language.pdf> Acesso em: 5 jan. 2009.

JACOBS, I. **About W3C**: history. 2006. Disponível em: <<http://www.w3.org/Consortium/history>>. Acesso em: 5 jan. 2009.

JASPER, R.; USCHOLS, M. A Framework for understanding and classifying ontology applications. In: **KRR5-99**, Stockholm. 1999. Disponível em: <<http://sern.ucalgary.ca/KSI/KAW/KAW99/papers/Uschold2/final-ont-apn-fmk.pdf>> Acesso em: 10 de out. 2006.

JENA. **A Semantic WEB Framework for Java**. Disponível em <<http://jena.sourceforge.net>>. Acesso em: 01 fev. 2009.

KAMEL BOULOS, M. N.; WHEELER, S. The emerging Web 2.0 social software: an enabling suite of sociable technologies in health and health care education. **Health Information and Libraries Journal**, Plymouth, v. 24, n. 1, p. 2-23, mar., 2007. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17331140>> Acesso em: 10 jan. 2009

KASOWITZ, Abby S. Guidelines for information specialists of K-12 Digital Reference Services. Virtual Reference Desk Publications, Oct. 1998. Disponível em: <<http://vrd.org/training/guide.htm>> Acesso em: 10 jan. 2010

KLYNE, G. et al. Resource Description Framework (RDF): concepts and abstract syntax. **W3C recommendation**, 10 fev. 2004. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-concepts-20040210>>. Acesso em: 15 set. 2005.

KRUK, S. R. ; DECKER, S.; ZIEBORAK, L. **JeromeDL reconnecting digital libraries and the semantic Web**. 2005. Disponível em: <http://www.marcont.org/marcont/pdf/www2005_jeromedl.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2008.

LASSILA, O.; MCGUINNES, D. L. **The role of frame-based representation on the semantic Web**. Jan. 2001. Disponível em: <<http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/etai/lassila-mcguinness-fbr-sw.html>>. Acesso em: 15 nov. 2005.

LEROUX, E. Bibliotecas virtuais e desenvolvimento de coleções: o caso dos repertórios de sites Web. **Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Florianópolis, n. 23, 1. sem. 2007. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/316>>. Acesso em: 15 nov. 2008.

LI, P; SUN, L. The Construction of Information Resources Ontology at Digital Libraries. **Library and Information Service**, v. 133, n. 6 , p. 24-27, 2003. Disponível em: <<http://caod.oriprobe.com>>. Acesso em: 10 dez. 2009.

LIMA, V. A. M. **Terminologia, comunicação e representação documentária**. 1998. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27143/tde-11052004-122839>>. Acesso em: 15 dez. 2007.

LIU, W. Ontology-based Metadata Application. **Library Journal**, v. 23, n. 6, 2004. Disponível em: <<http://en.cnki.com.cn>>. Acesso em: 15 dez. 2007.

MACDOWELL, J. A. **A gênese da Ontologia fundamental de M. Heidegger**. São Paulo: Loyola, 1993.

MACEDO, N. D.; MODESTO, F. Equivalências: do serviço de referência convencional a novos ambientes de redes digitais em bibliotecas. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 38-54, 1999.

MACGREGOR, G. Introduction to a special issue on digital libraries and the semantic web: context, applications and research. **Library Review**, v. 57, n. 3, p. 173-177, 2008. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/10.1108/00242530810865457>>. Acesso em: 15 dez. 2007.

MACHADO, A. **Maquina e imaginário**. São Paulo: EDUSP, 1993.

MANESS, J. M. Library 2.0 theory: web 2.0 and its implications for libraries. **Webology**, v. 3, n. 2, jun, 2006. Disponível em: <<http://www.webology.ir/2006/v3n2/a25.html>>. Acesso em: 30 set. 2008.

MANOLA, F.; MILLER, E. RDF Primer. **W3C recommendation**, 10 feb. 2004. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-primer-20040210>>. Acesso em: 16 set. 2005.

MANSO RODRÍGUEZ, R. A. **Servicio de Referencia Virtual**: concepto, organización y evaluación. Editorial Feijóo. Santa Clara, Cuba. 2006. Disponível em: <<http://eprints.rclis.org/archive/00015079>>. Acesso em: 16 set. 2009.

MARCHIORI, P. Z. “Ciberteca” ou biblioteca virtual: uma perspectiva de gerenciamento de recursos de informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 114-124, maio/ago.1997. Disponível em: <<http://www.ibict.br/cienciadainformacao>> Acesso em: 25 fev.2009.

MARCONDES, C. H. Metadados: descrição e recuperação de informações na web. In: _____ et al. (Org.). **Bibliotecas digitais: saberes e práticas**. 2. ed. Salvador: EDUFBA; Brasília: IBICT, 2006. p. 95-111.

MARKEY, K. The Online Library Catalog, PARADISE LOST AND PARADISE REGAINED? D-Lib Magazine, v. 13, n. 1-2, p. 1-14, 2007. Disponível em: <<http://www.dlib.org/dlib/january07/markey/01markey.html>> Acesso em: 10 jan. 2010.

MARKOFF, J. Entrepreneurs See a Web Guided by Common Sense. **The New York Times**, 12 nov. 2006. Disponível em: <<http://www.nytimes.com/2006/11/12/business/12web.html>> Acesso em: 10 jan. 2009.

MCGUINNESS, D. L. Ontological Issues for Knowledge- Enhanced Search. **Proceedings of Formal Ontology in Information Systems**. June 1998. Disponível em: <<http://www.ladseb.pd.cnr.it/infor/ontology/FOIS98/FOIS98.html>> Acesso em: 10 jan. 2007.

MCGUINNESS, D. L.; HARMELEN, F. OWL Web Ontology Language Overview. **W3C Recommendation**, 10 feb., 2004. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210>>. Acesso em: 16 set. 2005.

MEALY, G. H. Another Look at Data. **AFIPS : American Federation of Information Processing Societies**, v. 31, Washington, DC: Thompson Books, London: Academic Press, p. 525-534, 1967. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1465682>>. Acesso em: 20 out. 2009.

MILLER, E. **The semantic Web**. 2004. Disponível em: <<http://www.w3.org/2004/Talks/0120-semweb-umich/Overview.html>>. Acesso em: 16 set. 2006.

MORA, J. F. **Dicionário de Filosofia**, Lisboa: Dom Quixote. 1978.

NISO. NATIONAL INFORMATION STANDARDS ORGANIZATION. **Understanding Metadata**. NISO Press, 2004. Disponível em: <<http://www.niso.org/publications/press/UnderstandingMetadata.pdf>> Acesso em: 10 out. 2009.

NOY, N. F.; McGuinness, D. L. **Ontology development 101**: a guide to creating your first ontology. Stanford: Standford University, 2001. Disponível em: <<http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology101/ontology101-noy-mcguinness.html>>. Acesso em: 20 fev. 2009.

OCLC. ONLINE COMPUTER LIBRARY CENTER. ¿Qué es la referencia virtual? 2005. Disponível em: <<http://www.oclc.org/americalatina/es/questionpoint/about/virtual/default.htm>> Acesso em: 10 jan. 2010

OHIRA, M.L.B; PRADO, N.S; CUNHA, L.S. **Bibliotecas Virtuais e Digitais**: análise comparativa dos artigos e periódicos e comunicações em eventos (1995/2000). 2002. Disponível em: <<http://www.sibi.ufrj.br/snbu/snbu2002/oralpdf/100.a.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2007.

OPPENHEIM, C; SMITHSON, D. What is the hybrid library? **Journal of Information Science**, v. 25, n. 2, p. 97-112, 1999. Disponível em: <<http://jis.sagepub.com/cgi/reprint/25/2/97>>. Acesso em: 15 mar. 2009.

O'REILLY, T. **What is web 2.0?** 30 set. 2005. Disponível em: <<http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>>. Acesso em: 02 mai. 2009.

PARK, J.; HUNTING, S. **XML topic maps**: creating and using topic maps for the web. Boston, MA: Addison-Wesley, 2003.

PATASHNIK, O. **BIBTEXing**. 1988. Disponível em: <<http://amath.colorado.edu/documentation/LaTeX/reference/faq/bibtex.pdf>> Acesso em: 16 jan. 2010.

POLI, R. Descriptive, Formal, and Formalized Ontologies. In D. Fiset, ed., **Husserl's Logical Investigations Reconsidered**, Kluwer, Dordrecht. 2003. Disponível em: <<http://robertopoli.co.cc>> Acesso em: 20 dez. 2009.

PRUD'HOMMEAUX, E.; SEABORNE, A. SPARQL Query Language for RDF. **W3C recommendation**, 15 Jan. 2008. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/2008/REC-rdf-sparql-query-20080115>>. Acesso em: 15 mar. 2009.

QIN, J.; PALING, S. Converting a controlled vocabulary into an ontology: the case of GEM. **Information Research**, v. 6, n. 2, 2001. Disponível em: <<http://informationr.net/ir/6-2/paper94.html>>. Acesso em: 10 jan. 2006.

RAMALHO, R. A. S. **Web Semântica**: aspectos interdisciplinares da gestão de recursos informacionais no âmbito da Ciência da Informação. 2006. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2006. Disponível em: <http://www.marilia.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/CienciadaInformacao/Dissertacoes/ramalho_ras_me_mar.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2007.

RAMALHO, R. A. S.; VODOTTI, S. A. B. G.; FUJITA, M. S. L. (2007). Web Semântica: uma investigação sob o olhar da Ciência da Informação. **Datagram zero**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 6, 2007. Disponível em: <http://www.dgz.org.br/dez07/Art_04.htm>. Acesso em: 10 jan. 2008.

RANGANATHAN, S. R. **Reference service**. 2. ed. Bombay: Asia Publishing, 1961.

RETTIG, J. Technology, cluelessness, anthropology, and the memex: the future of academic reference service. **Reference Services Review**, v. 31, n. 1, p. 17-21. 2003. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com>> Acesso em: 20 out. 2009.

REYNOLDS, S. **Jena 2 Ontology API**. Disponível em <<http://jena.sourceforge.net/ontology>>. Acesso em: 01 fev. 2009.

SÁ, A. F. **Da Destruição Fenomenológica à Confrontação**: Heidegger e a Incompletude da Ontologia Fundamental. Lisboa: LUSOSOFIA. 2008. Disponível em: <<http://www.lusosofia.net>> Acesso em: 15 dez. 2009.

SALES, L.F.; CAMPOS, M. L. A.; GOMES, H. E. Ontologia de domínio: um estudo das relações conceituais. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 13, n. 2, p. 62-76, maio/ago. 2008. Disponível em: <<http://www.eci.ufmg.br/pcionline/index.php/pci/article/viewFile/219>>. Acesso em: 20 out. 2008.

SÁNCHEZ CUADRADO, S. et al. De repente, ¿todos hablamos de ontologías?. **El profesional de la información**. v. 16, n. 6, p. 562-568, 2007. Disponível em: <<http://www.elprofesionaldelainformacion.com>>. Acesso em: 10 jan 2008.

SÁNCHEZ, D.M., et al. On models and ontologies. In: **Workshop on Philosophical Foundations of Information Systems Engineering** (PHISE'05), 2005, Porto. Disponível em <<http://kybele.escet.urjc.es/PHISE05/papers/sesionIV/SanchezCaveroMarcos.pdf>> Acesso em: 16 mar. 2009.

SARACEVIC, T. Ciência da Informação: origem, evolução e relações. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 41-62, jan/jun. 1996. Disponível em: <<http://www.eci.ufmg.br/pcionline>> Acesso em: 20 set. 2006.

SAW, G. ; TODD, H. Library 3.0: where art our skills?. In: World Library and Information Congress - Ifla General Conference and Council, 73., 2007, Durban. **Anais...** 2007. Durban, Africa do Sul: IFLA, 2007. Disponível em: <http://www.ifla.org/IV/ifla73/papers/151-Saw_Todd-en.pdf> Acesso em: 20 set. 2008.

SHANNON, C ; WEAVER, W. **The Mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1949. Disponível em: <<http://cm.bell-labs.com/cm/ms/what/shannonday/shannon1948.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2006.

SHERA, J. H. **Documentation and the Organization of Knowledge**. Hamden: Archon Books, 1966.

SHUM, S. B. E, MOTTA; DOMINGUE, J. ScholOnto An ontology-based digital library server for research documents and discourse. **International Journal on Digital Libraries**, v. 3, n. 3, p. 237-248, Sept. 2000. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu>> Acesso em: 10 dez. 2008.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 ed., Florianópolis: UFSC, 2005. Disponível em: <<http://soniaa.arq.prof.ufsc.br/roteirosmetodologicos/metpesq.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2008.

SIMÕES, A. **Uma não tão pequena introdução ao LATEX**. 2. ed. 2007. Disponível em: <<http://dublincore.org/documents/usageguide>>. Acesso em: 10 de jan. 2010.

SIRIN, E. et al. Pellet: A practical OWL-DL reasoner. In: **Journal of Web Semantics** 5, v. 2, p. 51-53, 2007. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu>> Acesso em: 10 dez. 2008.

SMITH, B.; WELTY, C. Ontology: towards a new synthesis. In: **International Conference on Formal Ontology in Information Systems**, Ogunquit, Maine, 2001. Disponível em: <<http://www.cs.vassar.edu/~weltyc/papers/fois-intro.pdf>> Acesso em 16 set. 2005.

SMITH, M. K. et al. OWL Web ontology language guide. In: **W3C recommendation**, 10 feb. 2004. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210>>. Acesso em: 16 set. 2005.

SOERGEL, D. **Functions of a Thesaurus / Classification / Ontological Knowledge Base**. Disponível em: <<http://ontolog.cim3.net>> Acesso em: 10 jan. 2008.

SOERGEL, D. The rise of ontologies or the reinvention of classification. **Journal of the American Society for Information Science**. v. 50, n. 12, p. 1119-1120, 1999. Disponível em: <<http://www.dsoergel.com/cv/B70.pdf>> Acesso em: 10 jan. 2010

SOERGEL, D. Thesauri and ontologies in digital libraries: tutorial. In: **European Conference on Digital Libraries**, (ECDL), 2002, Roma. Disponível em: <http://www.dsoergel.com/cv/B63_rome.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2006.

SOUTHWICK, S. B. **Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações**: modelo e tecnologias. Brasília: IBICT, 2003. Disponível em: <<http://bdtd.ibict.br>>. Acesso em: 10 out. 2008.

SOUZA, R. R.; ALVARENGA, L. A Web semântica e suas contribuições para a Ciência da Informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 33, n. 1, jan./abr. 2004. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/index.php/ciinf/article/view/50>>. Acesso em: 10 out. 2006.

SPIVACK, N. **How the WebOS Evolves?** February, 2007. Disponível em: <http://novaspivack.typepad.com/nova_spivacks_weblog/2007/02/steps_towards_a.html>. Acesso em: 12 mai. 2009.

STEWART, M. MARC Harmonization Update: part I. Background to MARC 21. In: **CLA '99**, 1999, Toronto. Disponível em: <<http://www3.fis.utoronto.ca/people/affiliated/tsig/stewart.html>> Acesso em: 20 out. 2009.

SYNAK, M.; KRUK, S. R. MarcOnt initiative the ontology for the librarian world. In: European Semantic Web Conference ESWC, 2., 2005, Heraklion, Grécia. **Proceedings...** Heraklion: 2005. Disponível em: <<http://www.marcont.org>> Acesso em: 10 out. 2007.

TAMMARO, A. M.; SALARELLI, A. **A Biblioteca Digital**. Brasília: Briquet de Lemos, 2008.

TESCH JR., J.R. **XML Schema**. Florianópolis: Visual Books, 2002.

TOUTAIN, L. M. B. B. Biblioteca digital: definição de termos. In: MARCONDES, C. H. et al. (Org.). **Bibliotecas digitais**: saberes e práticas. 2. ed. Salvador: EDUFBA; Brasília: IBICT, 2006. p. 15-24.

TRAMULLAS SAZ, J. Propuestas de concepto y definición de la biblioteca digital. In: **III Jornadas de Bibliotecas Digitales - JBIDI 2002**. San Lorenzo del Escorial, nov., 2002. Disponível em: <<http://dialnet.unirioja.es/>> Acesso em: 20 out. 2009.

TUDHOPE, D. Towards Terminology Services: Experiences from the FACET project. **OCLC Online Computer Library Center**, Dublin, Ohio, 2006. Disponível em: <<http://www.oclc.org/research/dss/pdf/tudhope.pdf>> Acesso em 10 jan. 2010.

TYCKOSON, D. On the desirableness of personal relations between librarians and readers: the past and future of reference service. **Reference Services Review**, v. 31, n. 1, p. 12-16. 2003. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com>> Acesso em: 20 out. 2009.

VICKERY, B. C. Ontologies. **Journal of Information Science**. v. 23, n. 4, p. 272-286, 1997. Disponível em: <<http://www.let.uu.nl/~paola.monachesi/personal/papers/vick97-onto.pdf>> Acesso em: 10 dez. 2008.

VICKERY, B. **On 'knowledge organization'**. 2008. Disponível em: <<http://www.lucis.me.uk/knowlorg.htm>> Acesso em: 10 out. 2009

VIEGAS, E. et al. Semantics in action. In: PROCEEDINGS OF THE WORKSHOP ON PREDICATIVE FORMS IN NATURAL LANGUAGE AND IN KNOWLEDGE BASES, 1996, Toulouse. **Proceedings ...**Toulouse, 1996, p. 108-115. Disponível em: <<http://ilit.umbc.edu/SergeiPub/SemantInAction98.pdf>> Acesso em: 20 out. 2009.

VOSSSEN, P. EuroWordNet: Linguistic Ontologies in a Multilingual Database. **Communication and Cognition for Artificial Intelligence** - Special Issue, v. 15, n. 1-2, p. 37-80, 1998. Disponível em: <<http://vossen.info/docs/1998/VossenCCAI.pdf>> Acesso em: 20 out. 2009.

WASIK, J. M. Building and Maintaining Digital Reference Services. **ERIC Digest**. 1999. Disponível em: <<http://ericir.syr.edu/ithome/digests/digiref.html>> Acesso em: 10 jan. 2010

WATERS, D. J. What are digital libraries? **CLIR Issues - Council on Library and Information Resources**, n. 4. 1998. Disponível em: <<http://www.clir.org/pubs/issues/issues04.html>>. Acesso em: 20 out. 2009.

WEAVER, W. Translation. In: **Machine translation of languages: fourteen essays**. (ed.) LOKED, W. N.; BOOTH, D. New York: MIT Press. 1955.

WEIBEL, S.; GODBY, J.; MILLER, E. **OCLC/NCSA Metadata Workshop Report**. 1995. Disponível em: <<http://dublincore.org>>. Acesso em: 15 de out. 2009.

WEINSTEIN, P. C.; BIRMINGHAM, W. P. Creating ontological metadata for digital library content and services. **International Journal on Digital Libraries**, v. 2, n. 1. p. 20-37, 1998. Disponível em: <<http://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/42334>>. Acesso em: 15 de dez. 2007.

WEITZEL, S. R. Critérios para seleção de documentos eletrônicos na Internet. In: Congresso Brasileiro de Biblioteconomia e Documentação, 19., Porto Alegre, 2000. **Anais...** Porto Alegre: PUCRS, 2000. Disponível em: <<http://dici.ibict.br/archive/00000816/01/T164.pdf>>. Acesso em: 15 de out. 2006.

WIENER, N. **Cibernética**. São Paulo: EDUSP: Polígono, 1970.

ZENG, M. L. Knowledge organization systems (KOS). **Knowledge Organization**. Frankfurt, v. 35, n. 2-3, p. 160-182, 2008.

APÊNDICE A: Arquivo fonte OIR.OWL

Ontologia de Informações Referenciais

```

<?xml versi on="1.0"?>
<!DOCTYPE rdf:RDF [
  <!ENTITY terms "http://purl.org/dc/terms/" >
  <!ENTITY foaf "http://xmlns.com/foaf/0.1/" >
  <!ENTITY owl "http://www.w3.org/2002/07/owl#" >
  <!ENTITY oir2 "http://www.ramalho.eti.br/oir/" >
  <!ENTITY skos2 "http://www.w3.org/2008/05/skos#" >
  <!ENTITY swrl "http://www.w3.org/2003/11/swrl#" >
  <!ENTITY swrlb "http://www.w3.org/2003/11/swrlb#" >
  <!ENTITY xsd "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" >
  <!ENTITY owl2xml "http://www.w3.org/2006/12/owl2-xml#" >
  <!ENTITY rdfs "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" >
  <!ENTITY oir "http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#" >
  <!ENTITY rdf "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" >
  <!ENTITY ns "http://www.w3.org/2003/06/sw-vocab-status/ns#" >
  <!ENTITY swrla "http://swrl.stanford.edu/ontologies/3.3/swrla.owl#" >
  <!ENTITY sqwrl "http://sqwrl.stanford.edu/ontologies/built-ins/3.4/sqwrl.owl#" >]

<rdf:RDF xmlns="&oir2;oir.owl#"
  xml:base="&oir2;oir.owl"
  xmlns:ns="http://www.w3.org/2003/06/sw-vocab-status/ns#"
  xmlns:oir2="http://www.ramalho.eti.br/oir/"
  xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
  xmlns:oir="&oir2;oir.owl#"
  xmlns:terms="http://purl.org/dc/terms/"
  xmlns:sqwrl="http://sqwrl.stanford.edu/ontologies/built-ins/3.4/sqwrl.owl#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"
  xmlns:owl2xml="http://www.w3.org/2006/12/owl2-xml#"
  xmlns:skos2="http://www.w3.org/2008/05/skos#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:swrla="http://swrl.stanford.edu/ontologies/3.3/swrla.owl#">
  <owl:Ontology rdf:about="">
    <owl:versionInfo rdf:datatype="&xsd:string"
      >http://www.ramalho.eti.br/oir/1.0/</owl:versionInfo>
    <terms:description xml:lang="pt"
      >A Ontologia de Informações Referenciais - OIR fornece um modelo conceitual para a representação de informações
      referenciais de documentos acadêmicos, explicitando os relacionamentos entre os conceitos, contribuindo para uma
      melhor organização e recuperação de informações, a partir da descrição dos aspectos semanticos inerentes aos
      conteúdos documentais.</terms:description>
    <owl:imports rdf:resource="http://sqwrl.stanford.edu/ontologies/built-ins/3.4/sqwrl.owl"/>
    <owl:imports rdf:resource="http://swrl.stanford.edu/ontologies/3.3/swrla.owl"/>
  </owl:Ontology>
  <!--
  ////////////////////////////////////////////////////////////////////
  // Object Properties
  ////////////////////////////////////////////////////////////////////
  -->
  <!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#aprova -->
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#aprova">
    <rdf:type rdf:resource="&owl;InverseFunctionalProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Programa"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#RelatorioDePesquisa"/>
  </owl:ObjectProperty>

```

```

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#autorDe -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#autorDe">
  <rdfs:range rdf:resource="#Documento"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Pesquisador"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#elaboradoPor"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#avaliadoPor -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#avaliadoPor">
  <rdfs:range rdf:resource="#Pesquisador"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#RelatorioDePesquisa"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#bancaDe"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#bancaDe -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#bancaDe">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Pesquisador"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#RelatorioDePesquisa"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#cita -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#cita">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Documento"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Documento"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#citadoEm"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#citadoEm -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#citadoEm">
  <rdfs:comment rdf:datatype="&xsd:string"
    >The resource in which another resource is reproduced.</rdfs:comment>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Documento"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Documento"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#coOrientadoPor -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#coOrientadoPor">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Pesquisador"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#RelatorioDePesquisa"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#coOrientadorDe"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#coOrientadorDe -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#coOrientadorDe">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;InverseFunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Pesquisador"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#RelatorioDePesquisa"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#colaboradorDe -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#colaboradorDe">
  <rdfs:range rdf:resource="#Documento"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Pesquisador"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#possuiColaborador"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#constitui -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#constitui">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#LinhaDePesquisa"/>

```

```

    <rdfs:range rdf:resource="#Programa"/>
  </owl:ObjectProperty>

  <!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#constituídoPor -->
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#constituídoPor">
    <rdf:type rdf:resource="&owl;InverseFunctionalProperty"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#LinhaDePesquisa"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Programa"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#constitui"/>
  </owl:ObjectProperty>

  <!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#contempla -->
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#contempla">
    <rdfs:range rdf:resource="#Documento"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#LinhaDePesquisa"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#contempladoEm"/>
  </owl:ObjectProperty>

  <!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#contempladoEm -->
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#contempladoEm">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Documento"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#LinhaDePesquisa"/>
  </owl:ObjectProperty>

  <!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#defendidoEm -->
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#defendidoEm">
    <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Programa"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#RelatorioDePesquisa"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#aprova"/>
  </owl:ObjectProperty>

  <!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#edicaoDe -->
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#edicaoDe">
    <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#EdicaoPeriodico"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Periodico"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#possuiEdicao"/>
  </owl:ObjectProperty>

  <!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#editadoPor -->
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#editadoPor">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Periodico"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Pesquisador"/>
  </owl:ObjectProperty>

  <!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#editorDe -->
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#editorDe">
    <rdfs:range rdf:resource="#Periodico"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Pesquisador"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#editadoPor"/>
  </owl:ObjectProperty>

  <!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#editoraDe -->
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#editoraDe">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Editora"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Livro"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#publicadoPor"/>
  </owl:ObjectProperty>

  <!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#elaboradoPor -->
  <owl:ObjectProperty rdf:about="#elaboradoPor">

```

```

    <rdfs:domain rdf:resource="#Documento"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Pesquisador"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#estabeleceVinculoInstitucional -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#estabeleceVinculoInstitucional">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Instituicao"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Vinculo"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#estabeleceVinculoDePesquisa -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#estabeleceVinculoDePesquisa">
    <rdfs:domain rdf:resource="#LinhaDePesquisa"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Pesquisador"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#possuiVinculoDePesquisa"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#fazParteDe -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#fazParteDe">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Documento"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Documento"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#financiadoPor -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#financiadoPor">
    <rdfs:range rdf:resource="#AgenciaDeFomento"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Documento"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#financiadoraDe"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#financiadoraDe -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#financiadoraDe">
    <rdfs:domain rdf:resource="#AgenciaDeFomento"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Documento"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#mantenedoraDe -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#mantenedoraDe">
    <rdfs:domain rdf:resource="#InstituicaoEnsinoPesquisa"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Programa"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#mantidoPor"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#mantidoPor -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#mantidoPor">
    <rdfs:range rdf:resource="#InstituicaoEnsinoPesquisa"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Programa"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#organizadoPor -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#organizadoPor">
    <rdfs:range rdf:resource="#Pesquisador"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#organizadorDe"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#organizadorDe -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#organizadorDe">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Pesquisador"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#orientadoPor -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#orientadoPor">
    <rdfs:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>

```

```

    <rdfs:range rdf:resource="#Pesquisador"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#RelatorioDePesquisa"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#orientadorDe"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#orientadorDe -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#orientadorDe">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;InverseFunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Pesquisador"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#RelatorioDePesquisa"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#participanteDeConselhoEditorial -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#participanteDeConselhoEditorial">
  <rdfs:range rdf:resource="#Periodico"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Pesquisador"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#possuiConselheiroEditorial"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#participanteDeEvento -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#participanteDeEvento">
  <rdfs:range rdf:resource="#Evento"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Pesquisador"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#possuiColaborador -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#possuiColaborador">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Documento"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Pesquisador"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#possuiConselheiroEditorial -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#possuiConselheiroEditorial">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Periodico"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Pesquisador"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#possuiEdicao -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#possuiEdicao">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;InverseFunctionalProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#EdicaoPeriodico"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Periodico"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#possuiPartes -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#possuiPartes">
  <rdfs:range rdf:resource="#Documento"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Documento"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#fazParteDe"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#possuiParticipante -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#possuiParticipante">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Evento"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Pesquisador"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#participanteDeEvento"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#possuiVinculoDePesquisa -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#possuiVinculoDePesquisa">
  <rdfs:range rdf:resource="#LinhaDePesquisa"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Pesquisador"/>
</owl:ObjectProperty>

```

```

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#possuiVinculoInstitucional -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#possuiVinculoInstitucional">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Pesquisador"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Vinculo"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#vinculaPesquisador"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#promotoraDe -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#promotoraDe">
  <rdfs:range rdf:resource="#Evento"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Instituicao"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#promovidoPor -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#promovidoPor">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Evento"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Instituicao"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#promotoraDe"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#publicaArtigo -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#publicaArtigo">
  <rdfs:range rdf:resource="#ArtigoEmPeriodico"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#EdicaoPeriodico"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#publicadoEmPeriodico"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#publicaTrabalho -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#publicaTrabalho">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Evento"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#TrabalhoEmEvento"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#publicadoEmEvento"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#publicadoEmEvento -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#publicadoEmEvento">
  <rdfs:range rdf:resource="#Evento"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#TrabalhoEmEvento"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#publicadoEmPeriodico -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#publicadoEmPeriodico">
  <rdf:type rdf:resource="&owl:FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#ArtigoEmPeriodico"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#EdicaoPeriodico"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#publicadoPor -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#publicadoPor">
  <rdfs:range rdf:resource="#Editora"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Livro"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#representa -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#representa">
  <rdfs:range rdf:resource="#Documento"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Termo"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#representadoPor -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#representadoPor">

```

```

    <rdfs:domain rdf:resource="#Documento"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Termo"/>
    <owl:inverseOf rdf:resource="#representa"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#termoEspecificoDe -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#termoEspecificoDe">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;SymmetricProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Termo"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Termo"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#termoEspecificoDe"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#termoGenericoDe -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#termoGenericoDe">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;SymmetricProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Termo"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Termo"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#termoGenericoDe"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#termoQuaseSinonimoDe -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#termoQuaseSinonimoDe">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;SymmetricProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Termo"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Termo"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#termoQuaseSinonimoDe"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#termoRelacionadoDe -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#termoRelacionadoDe">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;SymmetricProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Termo"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Termo"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#termoRelacionadoDe"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#vinculaInstituicao -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#vinculaInstituicao">
  <rdfs:range rdf:resource="#Instituicao"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Vinculo"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#estabeleceVinculoInstitucional"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#vinculaPesquisador -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="#vinculaPesquisador">
  <rdfs:range rdf:resource="#Pesquisador"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Vinculo"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#value -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="&rdf;value"/>
<!-- http://www.w3.org/2003/11/swrl#argument1 -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="&swrl;argument1"/>
<!-- http://www.w3.org/2003/11/swrl#argument2 -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="&swrl;argument2"/>
<!-- http://www.w3.org/2003/11/swrl#arguments -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="&swrl;arguments"/>
<!-- http://www.w3.org/2003/11/swrl#builtin -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="&swrl;builtin"/>
<!-- http://www.w3.org/2003/11/swrl#classPredicate -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="&swrl;classPredicate"/>

```

```

<!-- http://www.w3.org/2003/11/swrl#propertyPredicate -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="&swrl;propertyPredicate"/>

<!--
////////////////////////////////////
// Data properties
////////////////////////////////////
-->

<!-- http://purl.org/dc/terms/description -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="&terms;description">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;AnnotationProperty"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://purl.org/dc/terms/title -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="&terms;title"/>
<!-- http://swrl.stanford.edu/ontologies/3.3/swrla.owl#isRuleEnabled -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="&swrla;isRuleEnabled"/>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#abstract -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="&#abstract">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:label rdf:datatype="&xsd;string">abstract</rdfs:label>
  <rdfs:comment rdf:datatype="&xsd;string"
    >A summary of the resource.</rdfs:comment>
  <rdfs:isDefinedBy rdf:datatype="&xsd:anyURI"
    >http://purl.org/dc/terms/</rdfs:isDefinedBy>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd;string"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="&#ArtigoEmPeriodico"/>
        <rdf:Description rdf:about="&#RelatorioDePesquisa"/>
        <rdf:Description rdf:about="&#TrabalhoEmEvento"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#ano -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="&#ano">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd;string"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="&#Documento"/>
        <rdf:Description rdf:about="&#EdicaoPeriodico"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#anoFim -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="&#anoFim">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="&#Vinculo"/>
  <rdfs:range>
    <rdf:Description>
      <rdf:type rdf:resource="&owl;DataRange"/>
      <owl:oneOf>

```

```

    </rdf:Description>
  </rdfs:range>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#anoInicio -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#anoInicio">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Vinculo"/>
  <rdfs:range>
  </rdfs:range>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#area -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#area">
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="#Periodico"/>
        <rdf:Description rdf:about="#Programa"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#assunto -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#assunto">
  <rdfs:label xml:lang="en">content</rdfs:label>
  <rdfs:isDefinedBy rdf:datatype="&xsd:anyURI"
    >http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#</rdfs:isDefinedBy>
  <owl2xml:deprecated rdf:datatype="&xsd:boolean">true</owl2xml:deprecated>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Documento"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&rdfs;Literal"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#cargaHor&#225;ria -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#cargaHor&#225;ria">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Vinculo"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:int"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#cidade -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#cidade">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="#Evento"/>
        <rdf:Description rdf:about="#Instituicao"/>
        <rdf:Description rdf:about="#Periodico"/>
        <rdf:Description rdf:about="#Programa"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#citacaoDocumento -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#citacaoDocumento">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Documento"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

```

```

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#citacaoPessoa -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#citacaoPessoa">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Pesquisador"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#cnpj -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#cnpj">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Instituicao"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#cpf -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#cpf">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Pesquisador"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#dataAtualizacao -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#dataAtualizacao">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Documento"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:date"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#dataDefesa -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#dataDefesa">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#RelatorioDePesquisa"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:date"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#dataFIM -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#dataFIM">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Evento"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:date"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#dataInicio -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#dataInicio">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Evento"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:date"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#dataPublicacao -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#dataPublicacao">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:date"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="#ArtigoEmPeriodico"/>
        <rdf:Description rdf:about="#Livro"/>
        <rdf:Description rdf:about="#TrabalhoEmEvento"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>

```

```

    </owl:unionOf>
  </owl:Class>
</rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#dedicacaoExclusiva -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#dedicacaoExclusiva">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Vinculo"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd;boolean"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#descricao -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#descricao">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="#Documento"/>
        <rdf:Description rdf:about="#EdicaoPeriodico"/>
        <rdf:Description rdf:about="#Evento"/>
        <rdf:Description rdf:about="#Programa"/>
        <rdf:Description rdf:about="#Vinculo"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#direitos -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#direitos">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Documento"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#doi -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#doi">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="#ArtigoEmPeriodico"/>
        <rdf:Description rdf:about="#TrabalhoEmEvento"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#edicao -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#edicao">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:label xml:lang="en">edition</rdfs:label>
  <rdfs:isDefinedBy rdf:datatype="&xsd:anyURI"
    >http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#</rdfs:isDefinedBy>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Livro"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:int"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#ementa -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#ementa">

```

```

    <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#LinhaDePesquisa"/>
    <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#endereco -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#endereco">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Instituicao"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#enquadramentoFuncional -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#enquadramentoFuncional">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Vinculo"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#formato -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#formato">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Documento"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#grau -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#grau">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#RelatorioDePesquisa"/>
  <rdfs:range>
    <rdf:Description>
      <rdf:type rdf:resource="&owl;DataRange"/>
    </rdf:Description>
  </rdfs:range>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#identificador -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#identificador">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Documento"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#idioma -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#idioma">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Documento"/>
  <rdfs:range>
    <rdf:Description>
      <rdf:type rdf:resource="&owl;DataRange"/>
    </rdf:Description>
  </rdfs:range>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#isbn -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#isbn">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Livro"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#issn -->

```

```

<owl:DatatypeProperty rdf:about="#issn">
  <rdf:type rdf:resource="#owl:FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Periodico"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#lattes -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#lattes">
  <rdf:type rdf:resource="#owl:FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Pesquisador"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#meioDivulgacao -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#meioDivulgacao">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Documento"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#nome -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#nome">
  <rdf:type rdf:resource="#owl:FunctionalProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#xsd:string"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="#Evento"/>
        <rdf:Description rdf:about="#Instituicao"/>
        <rdf:Description rdf:about="#LinhaDePesquisa"/>
        <rdf:Description rdf:about="#Pesquisador"/>
        <rdf:Description rdf:about="#Programa"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#numPaginas -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#numPaginas">
  <rdf:type rdf:resource="#owl:FunctionalProperty"/>
  <rdfs:label xml:lang="en">number of pages</rdfs:label>
  <rdfs:isDefinedBy rdf:datatype="#xsd:anyURI"
    >http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#</rdfs:isDefinedBy>
  <rdfs:range rdf:resource="#xsd:int"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="#Livro"/>
        <rdf:Description rdf:about="#RelatorioDePesquisa"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#paginaFinal -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#paginaFinal">
  <rdf:type rdf:resource="#owl:FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#ArtigoEmPeriodico"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#xsd:int"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#paginaInicial -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#paginaInicial">

```

```

    <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#ArtigoEmPeriodico"/>
    <rdfs:range rdf:resource="&xsd:int"/>
  </owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#pais -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#pais">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="#Instituicao"/>
        <rdf:Description rdf:about="#Periodico"/>
        <rdf:Description rdf:about="#Programa"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#periodicidade -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#periodicidade">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Periodico"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#qualis -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#qualis">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="#Periodico"/>
        <rdf:Description rdf:about="#Programa"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#resumo -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#resumo">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="#ArtigoEmPeriodico"/>
        <rdf:Description rdf:about="#RelatorioDePesquisa"/>
        <rdf:Description rdf:about="#TrabalhoEmEvento"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#serie -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#serie">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">

```

```

        <rdf:Description rdf:about="#EdicaoPeriodico"/>
        <rdf:Description rdf:about="#Livro"/>
    </owl:unionOf>
</owl:Class>
</rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#sigla -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#sigla">
    <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
    <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
    <rdfs:domain>
        <owl:Class>
            <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
                <rdf:Description rdf:about="#Evento"/>
                <rdf:Description rdf:about="#Instituicao"/>
                <rdf:Description rdf:about="#Periodico"/>
            </owl:unionOf>
        </owl:Class>
    </rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#telefone -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#telefone">
    <rdfs:domain>
        <owl:Class>
            <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
                <rdf:Description rdf:about="#Instituicao"/>
                <rdf:Description rdf:about="#Pesquisador"/>
                <rdf:Description rdf:about="#Programa"/>
            </owl:unionOf>
        </owl:Class>
    </rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#tema -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#tema">
    <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
    <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
    <rdfs:domain>
        <owl:Class>
            <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
                <rdf:Description rdf:about="#EdicaoPeriodico"/>
                <rdf:Description rdf:about="#Livro"/>
            </owl:unionOf>
        </owl:Class>
    </rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#termo -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#termo">
    <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Termo"/>
    <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#tipoDocumento -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#tipoDocumento">
    <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Documento"/>
    <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
</owl:DatatypeProperty>

```

```

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#tipoVinculo -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#tipoVinculo">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Vinculo"/>
  <rdfs:range>
  </rdfs:range>
</owl:DatatypeProperty>

```

```

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#titulacao -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#titulacao">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#RelatorioDePesquisa"/>
</owl:DatatypeProperty>

```

```

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#titulo -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#titulo">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="#Documento"/>
        <rdf:Description rdf:about="#Periodico"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>

```

```

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#uf -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#uf">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="#Instituicao"/>
        <rdf:Description rdf:about="#Periodico"/>
        <rdf:Description rdf:about="#Programa"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>

```

```

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#uri -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#uri">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="#Documento"/>
        <rdf:Description rdf:about="#Periodico"/>
        <rdf:Description rdf:about="#Programa"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>

```

```

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#volume -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#volume">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:label xml:lang="en">number</rdfs:label>

```

```

<rdfs:isDefinedBy rdf:datatype="&xsd:anyURI"
  >http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#</rdfs:isDefinedBy>
<rdfs:comment xml:lang="en"
  >A generic item or document number. Not to be confused with issue number.</rdfs:comment>
<rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>
<rdfs:domain>
  <owl:Class>
    <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
      <rdf:Description rdf:about="#EdicaoPeriodico"/>
      <rdf:Description rdf:about="#Livro"/>
    </owl:unionOf>
  </owl:Class>
</rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>

<!-- http://www.w3.org/2003/06/sw-vocab-status/ns#term_status -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="&ns;term_status"/>

<!-- http://www.w3.org/2008/05/skos#historyNote -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="&skos2;historyNote"/>

<!-- http://www.w3.org/2008/05/skos#scopeNote -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="&skos2;scopeNote"/>

<!--
////////////////////////////////////
// Classes
////////////////////////////////////
-->

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#AgenciaDeFomento -->
<owl:Class rdf:about="#AgenciaDeFomento">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Instituicao"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Editora"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#InstituicaoEnsinoPesquisa"/>
</owl:Class>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#Area -->
<owl:Class rdf:about="#Area">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&owl;Thing"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Evento"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#GrandeArea"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#LinhaDePesquisa"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Periodico"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Programa"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Termo"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Vinculo"/>
</owl:Class>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#ArtigoEmPeriodico -->
<owl:Class rdf:about="#ArtigoEmPeriodico">
  <rdfs:label xml:lang="en">Webpage</rdfs:label>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Documento"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Livro"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#RelatorioDePesquisa"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#TrabalhoEmEvento"/>
  <rdfs:isDefinedBy rdf:datatype="&xsd:anyURI"
    >http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#</rdfs:isDefinedBy>
</owl:Class>

```

```

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#Documento -->
<owl:Class rdf:about="#Documento">
  <rdfs:label xml:lang="en">Document</rdfs:label>
  <owl:equivalentClass rdf:resource="&foaf;Document"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&owl;Thing"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Evento"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#LinhaDePesquisa"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Pesquisador"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Programa"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Vinculo"/>
  <rdfs:isDefinedBy rdf:datatype="&xsd:anyURI"
    >http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#</rdfs:isDefinedBy>
</owl:Class>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#EdicaoPeriodico -->
<owl:Class rdf:about="#EdicaoPeriodico">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Documento"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Pesquisador"/>
</owl:Class>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#Editora -->
<owl:Class rdf:about="#Editora">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Instituicao"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#InstituicaoEnsinoPesquisa"/>
</owl:Class>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#Evento -->
<owl:Class rdf:about="#Evento">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#GrandeArea"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#LinhaDePesquisa"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Periodico"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Pesquisador"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Programa"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Termo"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Vinculo"/>
</owl:Class>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#GrandeArea -->
<owl:Class rdf:about="#GrandeArea">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&owl;Thing"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#LinhaDePesquisa"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Periodico"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Programa"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Termo"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Vinculo"/>
</owl:Class>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#Instituicao -->
<owl:Class rdf:about="#Instituicao">
  <owl:equivalentClass rdf:resource="&foaf;Organization"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#LinhaDePesquisa"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Pesquisador"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Programa"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Termo"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Vinculo"/>
</owl:Class>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#InstituicaoEnsinoPesquisa -->
<owl:Class rdf:about="#InstituicaoEnsinoPesquisa">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Instituicao"/>
</owl:Class>

```

```

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#LinhaDePesquisa -->
<owl:Class rdf:about="#LinhaDePesquisa">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Periodico"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Pesquisador"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Programa"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Termo"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Vinculo"/>
</owl:Class>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#Livro -->
<owl:Class rdf:about="#Livro">
  <rdfs:label xml:lang="en">Book</rdfs:label>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Documento"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#RelatorioDePesquisa"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#TrabalhoEmEvento"/>
  <rdfs:isDefinedBy rdf:datatype="&xsd:anyURI"
    >http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#</rdfs:isDefinedBy>
</owl:Class>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#Periodico -->
<owl:Class rdf:about="#Periodico">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Pesquisador"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Programa"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Termo"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Vinculo"/>
</owl:Class>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#Pesquisador -->
<owl:Class rdf:about="#Pesquisador">
  <owl:equivalentClass rdf:resource="&foaf;Person"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Programa"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Termo"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Vinculo"/>
</owl:Class>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#Programa -->
<owl:Class rdf:about="#Programa">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Termo"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Vinculo"/>
</owl:Class>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#RelatorioDePesquisa -->
<owl:Class rdf:about="#RelatorioDePesquisa">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Documento"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#TrabalhoEmEvento"/>
</owl:Class>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#Termo -->
<owl:Class rdf:about="#Termo">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#Vinculo"/>
</owl:Class>

<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#TrabalhoEmEvento -->
<owl:Class rdf:about="#TrabalhoEmEvento">
  <rdfs:label xml:lang="en">Proceedings</rdfs:label>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Documento"/>
  <rdfs:isDefinedBy rdf:datatype="&xsd:anyURI"
    >http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#</rdfs:isDefinedBy>
</owl:Class>

```

```
<!-- http://www.ramalho.eti.br/oir/oir.owl#Vinculo -->  
<owl:Class rdf:about="#Vinculo"/>
```

```
<!-- http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing -->  
<owl:Class rdf:about="&owl;Thing"/>
```

```
<!-- http://xmlns.com/foaf/0.1/Document -->  
<owl:Class rdf:about="&foaf;Document"/>
```

```
<!-- http://xmlns.com/foaf/0.1/Organization -->  
<owl:Class rdf:about="&foaf;Organization"/>
```

```
<!-- http://xmlns.com/foaf/0.1/Person -->  
<owl:Class rdf:about="&foaf;Person"/>
```