

Ontologias e língua portuguesa

Larissa Astrogildo de Freitas, Renata Vieira

Faculdade de Informática – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
(PUCRS)

larissa.freitas@pucrs.com, renata.vieira@pucrs.br

Resumo. *A Web é um enorme repositório de dados, e administrá-los é uma árdua missão. Estudos sobre ontologias ganharam novo impulso com a proposta da Web Semântica, que propõe a representação formal do conhecimento como modo de administração desses dados. Inúmeras ciências utilizam ontologias e reconhecem sua importância, dentre elas podemos citar: biologia, medicina, direito, e geografia. Existe ainda um grande interesse da academia e da indústria nessa área. Neste artigo apresentamos uma visão geral sobre ontologias, bem como algumas questões relacionando ontologias e língua portuguesa.*

Abstract. *The Web is a large repository of data, and manage that is an arduous task. Ontologies are studied and developed with the purpose of encouraging a formal representation for the knowledge underlying Web resources, facilitating their administration. Related works in Portuguese language are few, although there is interest from the academy and industry. Many sciences realize the importance of using ontologies' usage, such as: biology, medicine, law, and geography. In this paper we present an overview about ontologies, we also discuss some questions regarding ontologies and the Portuguese language.*

Palavras-chave: ontologias; língua portuguesa; lingüística computacional; processamento da linguagem natural

1. Introdução

Neste trabalho realizamos um levantamento sobre vocabulários controlados, dicionários, tesouros, taxonomias e ontologias. Discutimos a necessidade de ontologias da língua portuguesa, bem como averiguamos algumas propostas disponíveis nesta área. Como principais motivações de estudo, podemos citar o interesse atual da comunidade científica pela web semântica e as inúmeras áreas de aplicação previstas para o uso intensivo de ontologias em sistemas de informação.

A construção de ontologias é um processo custoso, e requer a presença de um especialista de domínio. Por apresentar um processo de construção extremamente custoso, existe dificuldade na utilização de ontologias em larga escala. Pesquisas em função de automatizar a tarefa de construção estão sendo realizadas, muitas vezes, levando em consideração bases textuais como fontes de conhecimento. Dessa maneira, ferramentas e métodos dependem diretamente do idioma, já que as informações

coletadas encontram-se escritas em determinada língua. Para possibilitar uma expansão do uso de ontologias se faz necessário um estudo específico para cada língua [VIE08].

Os esforços para construção automática de ontologias na língua portuguesa ainda são pequenos e pontuais. Contudo, é crescente o número de pesquisadores que têm trabalhado nesta área. Projetos como SiSe: Medida de similaridade semântica entre ontologias em português [FRE07] e OntoLP: Construção semi-automática de ontologias a partir de textos da língua portuguesa [JUN08] são exemplos de ferramentas elaboradas para o português.

O restante do conteúdo deste artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 2 apresentamos a comparação da *Web* Atual com a *Web* Semântica e o modelo de camadas proposto por Tim Berners-Lee [BER01], na qual as ontologias têm um papel importante; na Seção 3 são apresentados os conceitos relativos a ontologias, tais como: tipos e níveis, construção automática e semi-automática, metodologias de construção, linguagens, ferramentas, áreas de aplicação, interoperabilidade e uma breve descrição sobre projetos já existentes no português; e finalmente, na Seção 4 apresentamos as considerações finais.

2. Web Semântica

A *Web* hoje é usada basicamente para pesquisar e utilizar informação, buscar e entrar em contato com outras pessoas, pesquisar e adquirir produtos em lojas *on-line*.

AltaVista, Yahoo e Google são as principais ferramentas de busca utilizadas na *Web*. No entanto, existem algumas limitações nas máquinas de buscas atuais, tais como: um grande número de páginas como resultado de buscas, porém apresentando um baixo grau de precisão; dependendo da especificidade da consulta o retorno de uma busca pode ser baixo ou inexistente; as ferramentas atuais são altamente sensíveis ao vocabulário, ou seja, palavras chaves com mesmo significado semântico, que deveriam obter resultados iguais, retornam resultados diferentes; quando a informação está espalhada em algumas fontes, atualmente as pesquisas têm que ser feitas separadamente e os fragmentos de informação desejados que se encontram dispersos nos diversos resultados têm que ser manualmente extraídos e reunidos pelo usuário, isso poderia ser realizado automático [ANT04].

É válido salientar que na *Web* não há emprego completo do conceito de semântica nas buscas. Portanto, a *Web* Semântica será uma evolução gradual da *Web*. Adotar padrões de metadados e compartilhar estes padrões seria uma forma de melhor utilizarmos o vasto repositório de informações disponíveis na *Web* de maneira mais produtiva, ágil e significativa [BAX08].

A proposta da *Web* Semântica surgiu com Tim Berners-Lee, o inventor da WWW no final dos anos 80. O termo foi utilizado pela primeira vez no livro “*Weaving the Web*” (Tecendo a Teia). Sua visão dessa Nova *Web* dá importância ao significado da informação, cujo objetivo é obter acesso automatizado às informações, com base em heurísticas e no processamento semântico de dados [BER01].

Enfim, sabemos que na *Web* tem-se um grande volume de informações disponibilizadas sem uma formalização adequada para a representação do conhecimento. Deste modo, o conteúdo das páginas *Web* pode ser processado apenas

por humanos; máquinas não possuem suporte explícito para este tipo de tarefa. Diante desta dificuldade, pesquisadores vêm explorando a possibilidade de criar a *Web Semântica*. Nela, informações estarão organizadas de forma que máquinas processem e integrem seus recursos de maneira inteligente, possibilitando buscas mais rápidas e precisas, facilitando a comunicação entre dispositivos heterogêneos [BER01].

Ontologia é uma das tecnologias a ser utilizada na *Web Semântica*, e será detalhada na Seção 2. Entretanto é importante ressaltar que seu uso não está limitado somente à *Web*. Áreas como banco de dados e engenharia de *software*, por exemplo, também fazem uso de recursos desta natureza [ANT04, BER06].

A seguir uma explicação resumida do modelo de camadas, uma visão geral da *Web Semântica* (Figura 1) proposto por Tim Berners-Lee na Conferência XML 2000 [BER01].

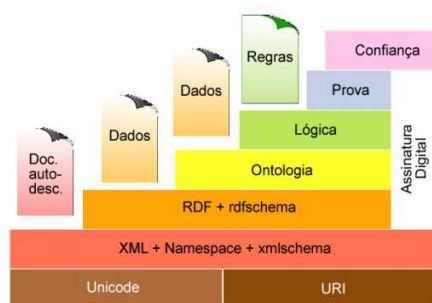


Figura 1. Visão da Web Semântica (adaptado Livro A Web Semantic Primer p.18)

Unicode e URI são os componentes da camada base que fornecem a universalidade de acesso à informação, em relação à codificação de caracteres, ao endereçamento e a nomeação de recursos [CON06]. A camada denominada de XML + *Namespace* + XML *Schema* fornece a interoperabilidade em relação à sintaxe de descrição de recursos [W3C08]. A camada denominada RDF + RDF *Schema* fornece a interoperabilidade em relação à semântica primitiva de descrição de recursos [W3C08]. Uma ontologia define formalmente as relações entre termos e conceitos, em algum domínio particular do conhecimento ou específico a alguma atividade. A camada denominada Ontologia fornece suporte para a evolução e especificação de vocabulários e conceitos para processar e integrar a informação existente sem problemas de indefinição ou conflito de terminologia. A camada denominada Lógica fornece capacidade de raciocinar sobre os relacionamentos entre conceitos concordando com a sua definição na camada Ontologia. As camadas de Prova e de Confiância fornecem o suporte para a execução das regras, além de avaliar a correção e a confiabilidade dessa execução. Essas camadas dependem do amadurecimento das camadas nos níveis inferiores [ANT04, RAM08].

3. Ontologias

O termo ontologia surgiu na filosofia como a área de estudo da natureza do ser, das coisas existentes no mundo. Foi adaptado e hoje é empregado nas áreas de Inteligência Artificial, *Web Semântica* e Arquitetura da Informação como uma técnica de formalização da representação do conhecimento. Porém, é um termo com uma

aplicabilidade bastante variada, podendo corresponder a formas de representação e organização bastante distintas. Por isso, muitas vezes, os termos estruturas conceituais ou estruturas ontológicas são utilizados para esse fim. Estas formas podem variar entre vocabulários controlados, dicionários, tesouros e taxonomias [LIB05]. Uma ontologia no sentido restrito define os conceitos do domínio através de propriedades, relacionamentos e axiomas, e deve ser considerado como uma representação formal que expressa o entendimento consensual a respeito dos conceitos do domínio.

3.1. OWL

A linguagem OWL (padrão para construção de ontologias) foi projetada pela W3C de modo a atender as necessidades das aplicações da *Web Semântica*, como por exemplo, na construção de ontologias; em especial, criação de uma ontologia, explicitar conceitos e propriedades fornecendo informações sobre os mesmos; explicitar fatos sobre um determinado domínio, fornecendo informações sobre indivíduos que fazem parte do domínio em questão; racionar sobre ontologias e fatos, determinar as conseqüências do que foi construído e explicitado. Dentre os elementos básicos de OWL estão: *namespaces*, cabeçalhos, classes, indivíduos, propriedades e restrições [BRE05]. Consiste de três espécies de aumento da expressividade:

- OWL *Lite*. Suporta a criação de hierarquias simplificadas de classificação e suas restrições, as que não possuem axiomas nem estruturas de relacionamentos sofisticadas. São suportadas restrições mais simples como limitações existenciais, cardinalidade, igualdade e vários tipos de propriedades.
- OWL DL. Adiciona suporte total para negação, disjunção, cardinalidade restrita, enumerações e valor restrito. Possibilita uma representatividade completa da OWL, pois inclui todas as construções, além de garantir conclusões computáveis (completude) e término da computação em tempo finito (decidibilidade);
- OWL *Full*. Impõem restrições à utilização de vocabulário. Oferece uma sintaxe flexível, o que não garante que as ontologias desenvolvidas através de seus recursos sejam completas e decidíveis [MCG08].

3.2. Tipos e Níveis de ontologias

Quanto aos níveis, podemos encontrar quatro tipos, segundo [GUA97]. São eles: alto nível, domínio, tarefa e aplicação. Ontologias de alto nível são partilhadas por um grande número de pessoas em domínios diferentes. Ontologias de domínio são partilhadas pelos interessados em um domínio específico. Ontologias de tarefas descrevem tarefas ou atividade em certo domínio. Ontologias de aplicação capturam os conhecimentos necessários para um determinado aplicativo. Provavelmente, ontologias de aplicação não são ontologias realmente, porque elas não são verdadeiramente compartilhadas.

Quanto à profundidade ontológica, as ontologias são classificadas em vários níveis: nível de vocabulários que é a forma mais simples de ontologia; nível de taxonomia que é a definição de relacionamentos entre os termos, estabelece seus significados, sendo o mais comum o relacionamento “é um”; nível relacional que são os relacionamentos não hierárquicos; nível axiomático que além de relacionamentos, contém as ontologias de restrições, conhecidas como axiomas [GUE05].

3.3. Interoperabilidade

A interoperabilidade entre ontologias envolve diversas questões ligadas ao relacionamento entre duas ou mais ontologias. Nessa área a terminologia também é variada, fala-se de alinhamento, mapeamento, combinação e integração de ontologias [FIL06].

No alinhamento de ontologias tem-se como resultado as duas ontologias originais separadas, mas são adicionadas ligações entre os termos semelhantes de ambas, permitindo que as ontologias alinhadas reusem as informações uma das outras. O alinhamento geralmente é empregado quando as ontologias são de domínios complementares, ou seja, que tratam de assuntos diferentes, no entanto, com partes em comum [FIL06].

O mapeamento busca estabelecer as correspondências entre duas ou mais ontologias através de uma análise de semelhanças de acordo com uma grande variedade de métricas. O contraste observado para esta metodologia, comparando-se ao alinhamento, é que este processo não modifica as ontologias envolvidas. Para isso, o mapeamento pode expressar a correspondência entre as ontologias de acordo com seus respectivos formalismos, ou ainda em um formalismo diferente e independente [FIL06].

Na combinação de ontologias tem-se como resultado a versão das ontologias originais combinadas em uma ontologia única com todos seus termos juntos. Normalmente é comum que essa abordagem seja empregada quando as ontologias são referentes a domínios similares ou que possuam algum tipo de sobreposição [FIL06].

O processo de integração de ontologias produz uma única ontologia, caracterizada pela extensão, especialização ou adaptação de outras ontologias que remetem a assuntos distintos. Ao contrário da combinação de ontologias, esta abordagem permite que seja possível identificar as regiões que foram criadas a partir das ontologias originais. Outro ponto divergente entre estes dois mecanismos é que no primeiro as ontologias iniciais tratam do mesmo assunto, enquanto que na integração os temas são diferentes [FIL06].

3.4. Metodologias de Construção

Cyc, Enterprise Ontology, Toronto Virtual Enterprise, KACTUS, Methontology e Onto-knowledge são algumas das metodologias de construção de ontologias, recomendadas na literatura [BRE05].

O projeto Cyc (redução de enCYClopedia, ou enciclopédia) objetivou a construção de uma enorme base de conhecimento que, segundo seus projetistas, contém os termos mais gerais da realidade consensual dos humanos. A construção dessa base seguiu três fases distintas, a extração manual do conhecimento, a extração do conhecimento apoiada por computadores e a extração do conhecimento gerenciada por computadores.

Enterprise Ontology foi criado baseado na prática da construção da ontologia de topo, o grupo do pesquisador Mike Uschold da Universidade de Edimburgo em cooperação com empresas, sugeriram esta metodologia. O processo de construção é composto de quatro estágios: identificação, construção, avaliação e documentação.

Identifica o propósito, os conceitos e relacionamentos entre os conceitos, além dos termos utilizados para codificar a ontologia e, em seguida, documentá-la.

A metodologia Toronto Virtual Enterprise (TOVE) foi resultado da experiência dos autores no desenvolvimento de ontologias para o processo de negócios corporativos. Tal método apresenta as seguintes etapas: descrição de cenários de motivação, formulação informal das questões de competência, especificação dos termos da ontologia através de uma linguagem formal, descrição formal das questões de competência, especificação formal dos axiomas e verificação da completude da ontologia.

O projeto KACTUS tinha como objetivo investigar a reutilização de conhecimento do sistema e o papel de ontologias nesse processo. O processo proposto segue os seguintes passos: especificação da aplicação, desenho preliminar baseado em categorias relevantes de ontologias de topo, e finalmente, refinamento e estruturação. O reuso de conceitos definidos em outras ontologias apresenta inúmeras vantagens, dentre elas: redução de tempo de desenvolvimento de ontologias, diminuição de riscos de desenvolvimento, já que os conceitos foram testados em outras aplicações, induz consistência de vocabulário e comunidade de usuários familiarizados com as ontologias que serviram de base.

Methontology é um *framework* desenvolvido no laboratório de Inteligência Artificial do Politécnico de Madri que fornece apoio para a construção de ontologias. O processo de desenvolvimento de ontologias referencia quais as atividades que devem ser cumpridas ao se construir ontologias. As atividades são classificadas em três grupos: atividade de gerenciamento, atividades ligadas ao desenvolvimento e atividades de suporte. O processo de desenvolvimento de ontologias segue a seguinte seqüência: plano, especificação, conceitualização, formalização, integração, implementação, avaliação, documentação e manutenção. Constrói uma ontologia por reengenharia sobre outra utilizando o conhecimento do domínio.

A metodologia On-to-knowledge para ontologias baseadas em aplicações é focada em gestão do conhecimento e mineração de dados. Para a realização de projetos neste sentido, propõe uma série de atividades, dentre elas podemos citar: meta-processo do conhecimento (estudo de viabilidade, inicialização, refinamento, avaliação, aplicação e evolução) e processo do conhecimento (criação do conhecimento e/ou importação de documentos e metadados, captura do conhecimento, recuperação e acesso ao conhecimento, utilização do conhecimento). Auxilia a administração de conceitos em organizações, identificando metas para as ferramentas de gestão do conhecimento e utilizando cenários e contribuições dos provedores/clientes de informação da organização [PIN01, BRE05, BRA08, BAX08b].

3.4.1. Construção Automática e Semi-automática

A construção de ontologias é uma tarefa complexa e exige a colaboração de um especialista de domínio. A automatização da tarefa de construção de ontologias também é complexa, seja a automatização de apenas alguns passos do processo de criação, seja a automatização do processo por completo. Vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos com o intuito de automatizar a geração de ontologias. São exemplos de pesquisas sobre a construção semi-automática de ontologias em língua portuguesa (automatização de

apenas alguns passos do processo de criação): OntoLP: Construção Semi-automática de Ontologias a partir de textos da Língua Portuguesa [JUN08]; Elaboração automática de ontologias de domínio: discussão e resultado [FRE07b] e Uma metodologia para construção automática de ontologias e a sua aplicação em sistema de recuperação de informação [SAI03].

3.4.2. Ferramentas de Edição

Existem inúmeras ferramentas para edição, manipulação de ontologias. Protégé, OilEd, WebONTO, WebODE, OntoEdit e OntoSaurus são exemplos de ferramentas. Como nosso foco está voltado para a área acadêmica vamos limitar a explicação apenas ao Protégé, o qual tem sido muito utilizado neste meio.

Protégé é um editor de ontologias, um *framework* de base de conhecimento livre, de código aberto desenvolvida em Java na Universidade de Stanford. Suporta dois tipos de modelagem de ontologias Frames e OWL. Ontologias desenvolvidas nesta ferramenta podem ser exportadas nos formatos RDF(S), XML(S) e OWL. Ele é apoiado por uma forte equipe de pesquisadores, estudantes, governo e corporações, os quais estão o usando para soluções de conhecimento nas mais diversas áreas, tais como biomedicina, recuperação de informações e modelagem corporativa. Possui uma *interface* de fácil utilização para a criação de instâncias e uma quantidade considerável de *plugins* que aumentam o seu número de funcionalidades [PRO08].

3.5. Ontologias e Língua Portuguesa

Um levantamento inicial sobre a disponibilidade de ontologias em língua portuguesa foi realizado. A seguir listamos alguns exemplos de ontologias encontradas em diferentes áreas de aplicação.

Ecologia: Uma Proposta de Cláudia Zavaglia, para construção de ontologias na área de Ecologia pode ser encontrada no artigo Produção de Ontologias Específicas: a modelagem da OntoEco [ZAV05].

Nanociência e Nanotecnologia: Na Universidade de São Paulo (USP) existe o projeto de desenvolvimento de uma estrutura conceitual (ontologia) para a área de Nanociência e Nanotecnologia [ALU04].

Direito: Neste domínio podemos elencar mais de um projeto. O OntoJuris que é uma edição multi-idiomas, incluindo o português, de ontologias (<http://www.i3g.org.br/ontojuris/>), proposta por universidades do Brasil, Argentina, Chile e Espanha. Bem como, vocabulários controlados da SIBi da USP e do Senado Federal.

Geografia: Ontologia geográfica pública de Portugal, Geo-Net-PT01. Criada pelo Grupo XLDB, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, no âmbito do projeto GREASE (Raciocínio Geográfico para Motores de Busca). Pode ser encontrada em: <http://poloxldb.linguateca.pt/index.php?l=geonetpt>.

3.5.1 Ferramentas Construídas para a Língua Portuguesa

OntoLP é uma ferramenta que engloba processamento de textos e ontologias. Sabemos que o conhecimento sobre um determinado domínio pode estar representado em bases

textuais. Sendo assim, seria interessante que dispuséssemos de um meio automático para extração de ontologias a partir destas bases textuais. O OntoLP é um *plugin* para o *software* Protégé, que aplica um conjunto de métodos que auxiliam o engenheiro durante as etapas iniciais da construção de ontologias: extração e organização hierárquica de termos [JUN08].

SiSe é utilizada na construção de ferramentas para o mapeamento automático ou semi-automático entre ontologias, para realizar esta tarefa cinco características devem ser analisadas. Destas cinco características a medida SiSe inclui duas, que são: nomes dos conceitos e descrições em linguagem natural e hierarquia das classes (relacionamento de subclasse ou hiponímia e superclasse ou hiperonímia). A ferramenta incorpora a estratégia da medida SiSe. Desta forma, abstrai as sintaxes das diferentes linguagens utilizadas para descrição das ontologias e extrai as relações hierárquicas das mesmas, apresentando-as na forma de hierarquia de conceitos. As ontologias a serem submetidas ao processo de similaridade podem utilizar distintas medidas de similaridade. A ferramenta permite que o usuário selecione uma das medidas desejadas e especifique um limiar mínimo para os resultados [FRE07].

4. Considerações Finais

A importância das ontologias para a representação e gerenciamento do conhecimento em diversas áreas fica evidente quando se verifica a extensiva lista de projetos de pesquisa e publicações existentes sobre o assunto. As ontologias representam o ponto mais elevado já atingido em termos de representação, compartilhamento e reutilização do conhecimento. Constatamos, no entanto, a dificuldade de encontrar ontologias na língua portuguesa. Existem ainda poucas propostas na área para nosso idioma. Além disso, existe a dificuldade de compartilhá-las.

As ontologias encontradas para a língua portuguesa não tem ainda relação com aplicações para a *Web Semântica*, mas é natural que com a evolução do projeto da *Web Semântica*, a construção e reuso de ontologias em língua portuguesa no contexto da *Web Semântica* se tornem mais freqüentes.

Como trabalho futuro, pretendemos desenvolver métodos úteis na descrição de ontologias, bem como fazer um levantamento detalhado sobre ontologias desenvolvidas ou em desenvolvimento em língua portuguesa. O objetivo é auxiliar no reuso dos recursos existentes e assim promover a pesquisa sobre ontologias e o desenvolvimento de aplicações computacionais para esse fim, como as de mapeamento e integração de ontologias.

A colaboração entre pesquisadores para abordar este assunto se faz necessária. A tarefa requer interdisciplinaridade, pois envolve não só engenheiros de ontologias e lingüistas, mas também pessoas de áreas ligadas aos domínios das ontologias. Acredita-se que o reuso de recursos provenientes dos vários projetos em andamento possibilitará um enriquecimento de conhecimento a respeito do assunto e incentivo para novas pesquisas.

5. Referências e Citações

[ALU04] ALUÍSIO, Sandra M. Desenvolvimento de uma estrutura conceitual (ontologia) para a área de Nanociência e Nanotecnologia, 2004.

- [ANT04] ANTONIOU, Grigoris; HARMELEN, Frank V.. A Semantic Web Primer. United States of America: MIT Press, 2004.
- [BAX08] BAX, Marcello P.. Segundo Tim Berners-Lee, a Web Semântica é uma extensão da Web tradicional. Disponível em: <http://www.bax.com.br/>. Acesso em: 16 de junho de 2008.
- [BAX08b] BAX, Marcello P.; ALMEIDA, Mauricio B.. A visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ci/v32n3/19019.pdf>. Acesso em: 22 de junho de 2008.
- [BER01] BERNERS-LEE, Tim; HENDLER, James; LASSILA, Ora. The Semantic Web. Scientific American, 2001.
- [BER06] BERNERS-LEE, Tim; SHADBOLT, Nigel; HALL, Wendy. The Semantic Web Revisited. IEEE, 2006.
- [BRA08] BRAUNER, Daniel F.; BRANDÃO, Anorosa A. F.; CUNHA, Lucena J. P.. Um Estudo de Caso para Avaliação do Knowledge Unified Process para o Desenvolvimento de Ontologias. Disponível em: <ftp://ftp.inf.pucrio.br/>. Acesso em: 16 de junho de 2008.
- [BRE05] BREITMAN, Karin. Web Semântica: a Internet do Futuro. Rio de Janeiro. LTC. 2005.
- [CON06] The Unicode Consortium. The Unicode Standard: Version 5.0. 5ª edição. Addison-Wesley Professional, 2006.
- [FIL06] FILHO, João Alberto N.; ALVES, Renato M. B.. Integração de Ontologias: Breve análise das metodologias e ferramenta de apoio. UFRJ, 2006.
- [FRE07] FREITAS, Juliano B. SiSe: Medida de similaridade semântica entre ontologias em português. PUCRS - Porto Alegre, 2007.
- [FRE07b] FREITAS, Maria C. Elaboração automática de ontologias de domínio: discussão e resultados. PUC-Rio - Rio de Janeiro, 2007.
- [GUA97] GUARINO, Nicola. Semantic Matching: Formal Ontological Distinctions for Information Organization, Extraction, and Integration, Information Extraction: A multidisciplinary approach to an emerging information technology, SCIE-97, M.Pazienza, Berlin, 1997.
- [GUE05] GUÉRIOS, Marlon C. Uma Arquitetura Para Utilização De Ontologias Em Sistemas De Recuperação De Informação. UFSC, Florianópolis, 2005.
- [JUN08] JUNIOR, Luiz Carlos R; OntoLP: Construção semi-automática de ontologias a partir de textos da língua portuguesa. Unisinos - São Leopoldo, 2008.
- [LIB05] LIBRELOTTO, Giovani R.; RAMALHO, José C.; HENRIQUES, Pedro R.. Representação de Conhecimento na Semantic Web. Capítulo 1, JAI2005.
- [MCG08] McGUINNESS, D. L.; HARMELEN F. OWL - Web Ontology Language Overview: W3C Recommendation. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/2004/RECowlfeatures-20040210/>. Acesso: 21 de junho de 2008.

[PIN01] PINTO, Helena S.; MARTINS João P.. A methodology for ontology integration. In: Proceedings of the International Conference on Knowledge Capture, ACM SIGART, 2001.

[PRO08] PROTEGÉ. Disponível em: <http://protege.stanford.edu>. Acesso em: 10 de junho de 2008.

[RAM08] RAMALHO Rogério A. S.; VIDOTTI Silvana A. B. G.; FUJITA Mariângela S. L.. Web semântica: uma investigação sob o olhar da Ciência da Informação. Disponível em: http://www.dgz.org.br/dez07/Art_04.htm. Acesso em: 16 de junho de 2008.

[SAI03] SAIAS, José M. G.. Uma Metodologia para a construção automática de Ontologias e a sua aplicação em Sistemas de Recuperação de Informação. Universidade de Évora.

[VIE08] SEMISH. VIEIRA, Renata; JUNIOR, Luiz C.R.. OntoLP: Engenharia de Ontologias em Língua Portuguesa.

[ZAV05] ZAVAGLIA, Claudia. Produção de Ontologias Específicas: a modelagem da OntoEco, 2005.

[W3C08] W3C. Disponível em: <http://www.w3c.org/RDF>. Acesso em: 16 de junho de 2008.