

O grupo de pesquisa "Representação do Conhecimento, Ontologias e Linguagem": atividades e perspectivas

The research group "Representação do Conhecimento, Ontologias e Linguagem": activities and perspectives

Maurício B. Almeida, Professor Adjunto - Depto Teoria e Gestão da Informação,
ECI/UFMG, mba@eci.ufmg.br

Renato Rocha Souza, Professor Adjunto - Depto Organização e Tratamento da Informação,
ECI/UFMG, rsouza@eci.ufmg.br

Marcello Peixoto Bax, Professor Adjunto - Depto Teoria e Gestão da Informação,
ECI/UFMG, bax@eci.ufmg.br

Resumo

Apresenta grupo de pesquisa interdisciplinar e as principais questões de interesse, enfatizando a Representação do Conhecimento como tema central de pesquisa. Relata abordagens a essas questões, mencionando experiências e publicações relacionadas, além de considerar possibilidades de contribuições científicas e práticas. Apresenta os integrantes do grupo, descrevendo formação, experiência e principais trabalhos. Oferece perspectivas para trabalhos futuros, bem como expectativas para contribuições de caráter social.

Palavras chave: Representação do Conhecimento, Ontologias, Linguagem

Abstract

We present an interdisciplinary research group and its main issues of interest, emphasizing the Knowledge Representation as the central research theme. We describe approaches to these issues mentioning related experiences, publications and considering possibilities to practical and scientific contributions. We present the group components, describing their background, experience and major works. Finally, we offer perspectives to future developments, as well as our expectatives to social contributions.

Keywords: Knowledge Representation, Ontologies, Language

1-Introdução

O grupo de pesquisa *Representação do Conhecimento, Ontologias e Linguagem* (RECOL) é constituído por pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e abrange campos de pesquisa distintos, com destaque para Ciência da Informação (CI), Ciência da Computação (CC), Sistemas de Informação (SI) e Linguística (LI).

A concepção do grupo se alinha ao caráter interdisciplinar da CI. A proposta é aliar conhecimento sobre as teorias clássicas da CI a uma realidade caracterizada pela heterogeneidade de dados, mídias, formatos e pela evolução constante das tecnologias da informação. A pesquisa conduzida pelo grupo, como o próprio nome indica, privilegia questões relacionadas à **representação do conhecimento**.

O processo de representação do conhecimento é de importância indiscutível na maioria dos campos científicos e, particularmente, na pesquisa da CI. De fato, a CI incumbe-se da responsabilidade pela organização e pela recuperação de registros da informação oriundos do conhecimento produzido em outros campos de pesquisa. Segundo Tudhope, Souza e Almeida (2009), muitas das teorias aplicadas pela CI são dependentes de sucessivas abstrações sobre características relevantes da parte da realidade que se deseja representar, bem como de informação processada e registrada sobre tal realidade em documentos e em sistemas. Para Alvarenga (2003), existem na verdade dois processos de representação: a primária, que ocorre quando são criados documentos, e a secundária que visa à organização de documentos através de sistemas referenciais. De todas as formas, a representação de informação e do conhecimento ocupa espaço seminal na CI.

O final do século XX assistiu à expansão das tecnologias da informação e a aceleração dos processos de transformação da informação: produção, representação armazenamento, organização, disseminação. Souza (2008) apresenta estimativas que apontam para a cifra de 281 bilhões de gigabytes gerados no ano de 2007 e um número total de páginas na web superior a um trilhão. Cabe enfatizar os progressos realizados pela Ciência da Computação no escopo da Web Semântica e dos *Knowledge Organization Systems* (NKOS, 2009), das metodologias para construção de ontologias (FERNANDEZ, GOMEZ-PEREZ e JURISTO, 1997), dos sistemas de recuperação de informação (BAEZA-YATES e RIBEIRO-NETO, 1999) e nos processos de análise de domínios e modelização (WAND, STOREY e WEBER, 1999). Tal evolução enseja novas possibilidades de diálogo em repertórios estudados pela CI. Exemplos de áreas relativamente novas não faltam, como o Processamento de Linguagem Natural (BICK, 2001) e a Linguística Computacional (NIRENBERG e RASKIN, 2004), além de uma renovada Inteligência Artificial (BROOKS, 1996).

O grupo definiu sua identidade a partir da importância atribuída aos processos de representação do conhecimento e da necessidade de integrar a evolução das tecnologias da informação e comunicação. Atualmente, se articula em dois eixos principais, tematicamente relacionados, nos quais são conduzidas as pesquisas:

- Representação do Conhecimento;
- Web Semântica e Gestão de Conteúdo;

No eixo denominado *Representação do Conhecimento*, se concentra grande parte do esforço de pesquisa dos integrantes do grupo. As pesquisas têm sido conduzidas de forma abranger questões de natureza teórica e prática. Os problemas genéricos objeto de pesquisa são:

- Como obter melhorias na representação, a partir do entendimento da realidade?
- Como usar melhorias na representação em domínios específicos?
- Como delimitar um domínio do conhecimento sob estudo?
- Como obter avanços na aquisição e organização de terminologias relativas a domínios?

O eixo denominado *Web Semântica e Gestão de Conteúdo*, abrange possibilidades de aplicação das tecnologias da informação na representação, organização, visualização e disseminação da informação. Atualmente, reúne grande parte dos alunos de pós-graduação do grupo, haja vista a importância crescente de tecnologia da informação representadas por aplicações como as redes sociais, a Web Semântica, a preservação digital, dentre outras. Os principais problemas objeto de pesquisa são:

- Como proporcionar melhorias na interoperabilidade entre SI?
- Como validar modelos de SI, a partir de técnicas sistemáticas e bem fundamentadas?
- Como recuperar informação a partir de tecnologias disponibilizadas pela Web Semântica?
- Como atender necessidades relacionadas à preservação de registros em formato digital?

Sobre esse conjunto de problemas apresentados, o RECOL concentra seus esforços e articula a pesquisa entre especialistas e não especialistas em tecnologia da informação, buscando resultados através da atuação interdisciplinar. Na busca por tais resultados, o grupo mantém iniciativas de cunho teórico, visando o desenvolvimento da CI enquanto ciência, e de cunho prático, acreditando na necessidade de contribuições no âmbito social.

2-A pesquisa e os trabalhos em andamento

Na presente seção apresentam-se considerações sobre as pesquisas e sobre a abordagem aos problemas mencionados na seção anterior (seção 1).

A busca *melhorias na representação a partir do entendimento da realidade*, é conduzida no através de estudos sobre ontologia formal. Em favor da simplicidade, considera-se aqui "ontologia formal" o conjunto de estudos provenientes da Filosofia que aborda a existência dos objetos, bem como suas características e suas formas (SMITH, 2003). A abordagem às ontologias formais ainda é incipiente, mas que já apresenta resultados (COELHO, 2009).

As melhorias na representação aplicadas em domínios específicos são tratadas no grupo sobre o rótulo "ontologia aplicada". Além das teorias da Filosofia, faz-se uso da Representação do Conhecimento, Engenharia de *Software*, Linguística, dentre outras. Em função do grande volume de publicações sobre o assunto, revisões de literatura conduzidas por pesquisadores do grupo (ALMEIDA e BAX, 2003a; ALMEIDA e BAX, 2003b) e no âmbito de projetos acadêmicos (ALMEIDA, CARDOSO e CENDON, 2005) auxiliaram a vislumbrar possibilidades de pesquisa. Em alguns casos, criaram-se ontologias de domínio como forma de testar e aprimorar questões teóricas. Algumas das pesquisas em andamento, em domínios específicos, são:

- Ontologias e gestão do conhecimento (ALMEIDA e BARBOSA, 2009; ALMEIDA, 2006);
- Ontologias e segurança da informação (ALMEIDA, SOUZA e COELHO, 2009);
- Ontologias de domínio, em medicina (ALMEIDA, 2008; SANTOS, 2009);
- Ontologias de domínio, em direito (BAX e CERQUEIRA, 2007);
- Ontologias de domínio (ainda incipiente), em plantas medicinais (MANHÃ et al, 2008);

Além disso, existem pesquisas voltadas para o aprimoramento de metodologias para construção de ontologias, como por exemplo:

- Vocabulários controlados e construção de ontologias (SILVA, SOUZA e ALMEIDA, 2009),
- Relações em metodologias para construção de ontologias (SILVA, 2008; CAMPOS, 2009);
- Avaliação de ontologias (ALMEIDA, 2008; OLIVEIRA e ALMEIDA, 2009);

A questão de como *delimitar um domínio do conhecimento sob estudo* surgiu das limitações observadas em se definir um domínio através do simples consenso de um grupo de especialistas. Dentre as pesquisas sobre essa questão, destacam-se os estudos para aquisição de conhecimento via aportes linguísticos, em particular, do processamento de linguagem natural (SOUZA e RAGHAVAN, 2006), e da linguística de corpus sob a perspectiva cognitivo-pragmático-gramatical (MELLO e RASO, 2009; RASO et al. 2007).

A questão da *interoperabilidade entre SI* é abordada a partir de duas vertentes exploradas na literatura. A primeira possibilidade parte da constatação de que os responsáveis pela modelagem em geral não se utilizam de técnicas sistemáticas para a criação de modelos (SMITH e WELTY, 2001; GUARINO e WELTY, 2002), o que gera sistemas incapazes de interoperar. A segunda possibilidade diz respeito à necessidade, mesmo com a obtenção de modelos de maior qualidade, de padrões sintáticos e semânticos para operacionalizar tais modelos (ANTONIU e VAN HARLEMEN, 2004). O grupo mantém pesquisas em modelagem (ALMEIDA, OLIVEIRA e COELHO, 2009), em padronização de tecnologias (BAX e AUGSTEN, 2004) e de fontes de dados heterogêneas (ALMEIDA, 2002).

As pesquisas sobre *validação de modelos de SI* são conduzidas por avaliação de modelos e de processos de modelagem, bem como pelo estudo das limitações de linguagens de representação (ALMEIDA, OLIVEIRA e COELHO, 2009; OLIVEIRA, 2009). A literatura contém um grande e diversificado número de abordagens nesse sentido, comprovando a sua viabilidade (EVERMANN, 2003; MILTON e KAZMIERCZAK, 2004).

Ao abordar as tecnologias da Web Semântica, as primeiras iniciativas foram conduzidas no sentido de entender o contexto e propor uma avaliação crítica da "semântica" na Web Semântica (ALMEIDA e SOUZA, 2009). *Incrementar a recuperação da informação a partir de pesquisa em Web Semântica* envolve estudos sobre a exploração das informações semânticas intrínsecas a documentos, de forma a expandir a compreensão de padrões de significado em textos. Além disso, buscam-se novas possibilidades de marcação semântica utilizando-se metalinguagens para criar metadados acoplados aos próprios documentos.

Os problemas *relacionados a preservação de registros em formato digital* são abordados por pesquisas interdisciplinares, como por exemplo, os projetos STAR¹, Interpares² e OAIS³. A dificuldade em preservar documentos digitais diz respeito a volatilidade das mídias utilizadas para registro dos dados e a rápida obsolescência da tecnologia. Mudanças constantes na tecnologia tornam incerta a possibilidade de acessar dados registrados em formato digital à longo prazo. Tais problemas tem sido preocupação do RECOL por sua importância na preservação do conhecimento, mas também por sua proximidade com estudos de representação (ALMEIDA, NEVES e TEIXEIRA, 2008). Enquanto uma solução tecnologia consistente ainda não está disponível, o grupo estuda metodologias e as aplica em instituições públicas que devem manter registros por mais de 50 anos, como por exemplo, processos de aposentadoria de servidores públicos de MG (ALMEIDA, NEVES e TEIXEIRA, 2007).

3- Contribuições esperadas

As pesquisas conduzidas pelo grupo tem sido aplicadas em diversas instâncias do governo municipal, estadual e federal, bem como em instituições de utilidade pública. Além das citadas até aqui, algumas iniciativas merecem destaque.

O trabalho na área do Direito estabelece sólidos mecanismos de aprimoramento da cidadania, no aspecto de melhoria da eficácia do Direito e coordenação normativa de condutas. A representação de conhecimento jurídico por formalismos lógicos, explícita e define precisamente conceitos, valores e relações em um modelo do direito positivo brasileiro. Integram-se a essa pesquisa, soluções de TI que permitem maior compreensão e acesso dos operadores, especializados ou não, ao conteúdo do ordenamento, através de ferramentas inovadoras de classificação, pesquisa e auxílio à interpretação dos atos normativos.

Em outra vertente, mas ainda no tema ontologias, o grupo trabalha em conjunto com a Secretaria de Saúde de MG na definição de um modelo conceitual que servirá de padrão de interoperabilidade semântica entre as diversas soluções de Sistemas de Registro de Saúde (S-RES) do Estado. O padrão tornará possível o uso do prontuário eletrônico único do cidadão em diversos sistemas em operação no Estado. Além disso, o projeto prevê a formação de uma extensa base de dados de registros médicos que servirá para pesquisas definidoras de políticas públicas em saúde em Minas.

Aliada a essa iniciativa, o grupo desenvolve pesquisa sobre ontologias de domínio na área médica, em instituição de utilidade pública. O projeto prevê a criação de uma linguagem de representação formal no domínio do sangue humano. Envolve a Fundação Hemominas e o *National Center for Ontological Research* o qual é responsável por projetos na área médica, nos Estados Unidos e Europa. A Hemominas é a segunda maior instituição prestadora de serviços de sangue do Brasil e pode contribuir significativamente para estender os resultados da pesquisa para instituições similares. Serão beneficiados também hospitais, planos de saúde, médicos, e outros profissionais e empresas envolvidos. Em última instância, acredita-se em ganhos para a sociedade e para o cidadão que utiliza ou depende dos serviços médicos.

4- Experiência e perfil do grupo

Cada integrante do grupo desenvolve, além de pesquisas individuais relacionadas a sua especialidade, pesquisas conjuntas de acordo com o planejamento anual do grupo. Alunos de graduação, especialização e pós graduação strictu sensu participam das atividades. Apresenta-se a seguir um breve descritivo da experiência e áreas de atuação dos professores.

Profa. Dra. Lidia Alvarenga

¹ STAR - *Semantic Technologies for Archaeological Resources* desenvolvido pela *Hypermedia Research*. Disponível em: <http://hypermedia.research.glam.ac.uk/kos/star/>

² InterPARES - *The International Research on Permanent Authentic Records in Electronic Systems*. Disponível em: <http://www.interpares.org/>

³ OAIS - *Open Archival Information System*.

Graduada em Biblioteconomia pela UFMG (1968), mestrado em Ciência da Informação pela UFRJ(1984), doutorado em Educação pela UFMG (1996) e pós-doutorado na *School of Library and Information Science* da *Indiana University*, Estados Unidos (2005-06). Atualmente professora associada da ECI-UFMG. Pesquisa e ensina teoria da classificação nos seguintes sub-campos: representação do conhecimento, categorização e conceitos, classificação bibliográfica e da ciência, bibliotecas digitais, bibliometria e metodologias correlatas. É atualmente chefe da linha de pesquisa Organização e Tratamento da Informação.

Prof. Dr. Marcello P. Bax

Bacharel em Ciência da Computação pela PUCMINAS (1989), mestrado *DEA en Informatique et Mathematique* - *Université d'Aix Marseille II* (1992) e doutorado em Informática e Análise de Sistemas - *Université de Montpellier II (Scien. et Tech Du Languedoc)* (1995). Atualmente é professor associado da UFMG, ensina e pesquisa na área de Ciência da Computação e Ciência da Informação com ênfase no desenvolvimento de aplicações web; tecnologias semânticas para a web; Inteligência Artificial (ontologias); Bibliotecas Digitais; Gestão da Informação e do Conhecimento; Gestão de Conteúdo Web.

Prof. Dr. Mauricio B. Almeida

Doutor em CI (UFMG), Mestre em CI (UFMG), Especialista em Administração (UNA), Especialista em Engenharia de Software (PUCMINAS), graduado em Engenharia Civil (UFMG). Atualmente é Professor Adjunto da ECI-UFMG, onde mantém pesquisas em Representação do Conhecimento, com interesses ontologia formal, ontologia aplicada, modelos organizacionais, preservação digital. Atualmente lidera o grupo RECOL. Cabe citar que a liderança do grupo funciona em sistema de rodízio, do qual participam os integrantes aqui citados.

Prof. Dr. Renato R. Souza

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela PUC-RJ (1993), mestrado em Engenharia de Produção pela UFSC (2000), doutorado em CI pela UFMG (2005) e desenvolve atualmente pós-doutorado em Tecnologias Semânticas para Recuperação de Informação. Desde 2003 é professor da ECI da Universidade Federal de Minas Gerais, e desde 2009 *Visiting Fellow da Glamorgan University*. Tem experiência em Ciência da Informação, com ênfase em Representação do Conhecimento e Recuperação de Informação, atuando nos seguintes temas: Sistemas de Recuperação de Informações, Processamento de Linguagem Natural, Indexação Automática, Representação do Conhecimento, Ontologias, Gestão do Conhecimento, dentre outras.

Profa. Dra. Heliana R. Mello

Possui graduação em Letras pela UFMG (1987), mestrado em Lingüística pela UFMG (1990) e pela *City University of New York* (1992), doutorado em Lingüística pela *City University of New York* (1997), e pós-Doutorado pela *City University of New York* (1998). Atualmente é Professora Associada da UFMG, onde atua na área de Estudos Lingüísticos, com ênfase em Mudanças Gramaticais, Contato Lingüístico e Lingüística de Corpus. Atua também na área de Lingüística Aplicada com foco em Aquisição de Línguas e Estudos da Interlíngua sob a perspectiva da metodologia dos estudos de corpus.

Alunos: o grupo envolve atualmente as pesquisas de 5 alunos de doutorado, 8 de mestrado e dois de especialização.

5 - Direções de pesquisa

Um importante rumo estabelecido pelo Grupo é o de entender cada vez melhor o papel das ontologias na representação do conhecimento e na construção da web semântica, de forma a alavancar a geração de aplicações inovadoras. Para tanto o grupo planeja no curto/médio prazo realizar estudos de caso envolvendo o uso dos sistemas que estão em desenvolvimento nos temas: gestão de conteúdo semanticamente marcado; registros e sistemas de saúde baseados em ontologias e representação ontológica do direito positivo brasileiro, para citar os principais.

Como estratégia de atuação, o grupo entende que as pesquisas que realiza geram conhecimento e experiência, os quais, por sua vez, abrem caminhos para sua utilização em projetos de pesquisa aplicada. A pesquisa aplicada permite enxergar problemas relevantes ainda não resolvidos e também, em apoio ao fomento público, gera recursos que retroalimentam a estrutura operacional de pesquisa do grupo. As disciplinas ministradas no tema de ontologias ajudam a fixar os conhecimentos e a motivar e selecionar os novos integrantes do grupo, além de formar mestres e doutores. Como exemplo dessa estratégia cita-se projeto aprovado com a Companhia Energética de Minas Gerais (valor de R\$ 1 milhão) na área de organização de informação e conhecimento para inteligência competitiva no Mercado Aberto de Energia, e acordo com a Secretaria de Saúde MG em Projeto RES Compartilhado.

6-Bibliografia

- ALMEIDA, M.B. Inter-operabilidade entre fontes de dados heterogêneas: um meta-modelo baseado em ontologias. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) - Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.
- ALMEIDA, M.B.; BAX, M.P. Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. *Ciência da Informação*. v. 26, n. 1. p. 39-45, 2003a.
- ALMEIDA, M. B.; BAX, M. P. Taxonomia para projetos de integração de fontes de dados baseados em ontologias. In: V ENANCIB, 2003, Belo Horizonte. *Proceedings...* V Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, 2003b.
- ALMEIDA, M.B., CARDOSO, A.M.P., CENDON, B. V. Uma iniciativa inter-institucional: visão geral e status do Projeto *Portuguese Ontology in Information Science*. Encontros-Bibli, v.19, 2005.
- ALMEIDA, M. B. Um modelo baseado em ontologias para representação da memória organizacional. 2006. 316f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) - Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal do Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
- ALMEIDA, M. B.; NEVES, M.E.M.; TEIXEIRA, L. M. D. Análise arquivística e recomendações sobre documentos de arquivo do Estado de Minas Gerais - Projeto piloto com Processos de Aposentadoria. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão de Minas Gerais. 2008. 219p. Relatório.
- ALMEIDA, M. B.; NEVES, M.E.M.; TEIXEIRA, L. M. D. Proposta para programa de preservação de documentos de arquivo em formato digital à longo prazo do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão de Minas Gerais. 2008. 244p. Relatório.
- ALMEIDA, M.B. A proposal to evaluate ontology content. (2008). *Applied Ontology*. Aceito para publicação
- ALMEIDA, M. B. Desenvolvimento de metodologia para avaliação de relações em ontologias no escopo do projeto *Open Biomedical Ontologies*. (2009). Projeto de Pos-Doutorado *State University of New York at Buffalo*.
- ALMEIDA, M.B.; BARBOSA, R. R. Ontologies in knowledge management support - a case study. *Journal of American Society of Information Science and Technology*. v. 60, n 8. 2009.
- ALMEIDA, M. B.; SOUZA, R. R. A semântica na Web Semântica: uma avaliação crítica. (2009). *Information Research*. Artigo submetido.
- ALMEIDA, M.B.; SOUZA, R. R.; COELHO, K.C. Uma proposta de ontologia de domínio para segurança da informação em organizações: descrição do estágio terminológico. (2009). *Inf & Soc*. Artigo submetido
- ALVARENGA, L. Representação do Conhecimento na perspectiva da Ciência da Informação em Tempo e espaço Digitais. (2003). Disponível na Internet em <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/97>>. Acesso 19 de julho de 2009.
- ANTONIU, G.; VAN HARLEMEN, F. A semantic Web Primer. Cambridge: MIT, 2004, 238p.
- BAEZA-YATES, R.; RIBEIRO-NETO, B. Modern Information Retrieval. New York: ACM Press, 1999. 511p.
- BAX, M. P.; CERQUEIRA, R. F. P. Método de Modelagem Domínio-Ontológica do Direito Positivo Brasileiro. In: VIII ENANCIB, 2007, Salvador. *Proceedings...* VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, 2007.
- BAX, M. P.; AUGSTEN, E. A Two-level Modeling and Implementation Approach for CDA Using Plone/Archetypes. In: 2nd International Conference on the CDA, 2004, Acapulco, *Proceedings...* 2nd International Conference on the CDA, 2004.

- BICK, E. The VISL System: research and applicative aspects of IT-based learning. (2001). Disponível na Internet em: <<http://stp.ling.uu.se/nodalida01/pdf/bick.pdf>>. Acesso em: 20 julho 2003.
- BROOKS, F.P. The computer scientist as toolsmith II. (1996). Disponível na Internet em: <<http://www.cs.unc.edu/~brooks/Toolsmith-CACM.pdf>>. Acesso em: 18 Junho 2004.
- CAMPOS, J. A. G. Análise conceitual sobre as relações semânticas em Ciência da Informação: contribuições para o desenvolvimento de ontologias. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) - Escola da Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- COELHO, E.M.P. Uso de ontologias nebulosas na mineração de dados em sistemas de bancos de dados legados e heterogêneos. 102 f. Qualificação de doutorado. (Doutorado em Ciência da Informação) - Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- EVERMANN, J. M. Using design languages for conceptual modelling; the uml case. 2003. 394f. Tese (Scientific Philosopher Doctorate Thesis) - The Faculty of Graduate Studies, Management Information Systems, Westfälische Wilhelms Universität at Münster, Münster, 2003.
- FERNANDEZ, M.; GOMEZ-PEREZ, A.; JURISTO, H. *Methontology*; from ontological art towards ontological engineering. (1997). Disponível na Internet em: <<http://citeseer.ist.psu.edu/context/544607/0/>>. Acesso: 20 julho 2005.
- GUARINO, N.; WELTY, C. *Evaluating ontological decisions with OntoClean*. (2002). Disponível na Internet em: <<http://citeseer.ist.psu.edu/guarino02evaluating.html>>. Acesso 24 março 2005.
- MANHÃ, E. M.; SILVA, M.C.; ALVES, M.C.G.; ALMEIDA, M.B.; BRANDÃO, M.G.L. (2008). *PLANT – A bibliographic Database about medicinal plants. Brazilian Journal of Pharmacognosy*, volume 18, n. 4.
- MILTON, S.; KAZMIERCZAK, E. *An Ontology of Data Modelling Languages; A Study Using a Common-Sense Realistic Ontology*. (2004). Disponível na Internet em: <<http://www.dis.unimelb.edu.au/staff/smilton/pdf/JDM2003.pdf>>. Acesso 17 maio 2006.
- MELLO, H. R.; RASO, T. Transcription criteria in spontaneous speech corpora: the C-ORAL-BRASIL experience. (2009). *The American Association for Corpus Linguistics*. Aceito para publicação.
- NIRENBERG, S.; RASKIN, V. *Ontological Semantics; Language, Speech, and Communication*. Cambridge : MIT Press, 2004. 442p.
- NKOS. *Simple Networked Knowledge Organization Systems/Services*. (2009). Disponível na Internet em: <<http://nkos.slis.kent.edu/>>. Acesso 21 Março 2009.
- OLIVEIRA, V. N. P. Uma investigação sobre a avaliação de modelagem conceitual baseada em ontologias: estudo de caso de modelos para sistemas de informação desenvolvidos na Universidade Federal de Minas Gerais. 185 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) - Escola da Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- OLIVEIRA, J.; ALMEIDA, M. B. Protótipo de busca e visualização para avaliação de ontologias por especialistas no domínio. (2009). Protótipo em teste. Disponível na Internet em: <<http://www.mba.eci.ufmg.br:8080/owl/buscar>>. Acesso em 22 julho 2009.
- SANTOS, M. R. Interoperabilidade entre sistemas de prontuário eletrônico médico baseada em arquétipos. 122 f. Qualificação de doutorado 2009. (Doutorado em Ciência da Informação) - Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- RASO, T; MELLO, H. R.; JESUS, A. C. U.; DEUS, L. C.A. A primeira aplicação da Teoria da Língua em Ato ao PB. (2007). *Revista de Estudos da Linguagem*, v. 15, p. 9-28.
- SILVA, D. L. Uma Proposta Metodológica para Construção de Ontologias: uma perspectiva interdisciplinar entre as Ciências da Informação e da Computação. 156 f. Dissertação, (Mestrado em Ciência da Informação) - Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- SILVA, D. S; SOUZA, R. R., ALMEIDA, M.B. (2009). Ontologies and controlled vocabulary: comparison of building methodologies. *Information Research*. Artigo submetido.
- SMITH, B. *Ontology and information systems*. (2003). Disponível na Internet em: <[http://www.ontology.buffalo.edu/ontology\(PIC\).pdf](http://www.ontology.buffalo.edu/ontology(PIC).pdf)>. Acesso 21 Março 2005.
- SMITH, B.; WELTY, C. *Ontology; Towards a New Synthesis*. (2001). Disponível na Internet em: <<http://www.cs.vassar.edu/~welyc/papers/fois-intro.pdf>>. Acesso 21 Maio 2005.

ALMEIDA, M.B; SOUZA, R.R.; BAX, M.P. (2009). O grupo de pesquisa "Representação do Conhecimento, Ontologias e Linguagem": atividades e perspectivas. II Seminário de Pesquisa em Ontologia no Brasil, IME - Rio de Janeiro, Set. / 2009.

SOUZA, R. R. Sistemas de recuperação de informações e mecanismos de busca na web: panorama atual e tendências. (2008). Disponível na Internet em:

<<http://www.eci.ufmg.br/pcionline/viewarticle.php?id=457&layout=abstract>>. Acesso: 2 Março 2008.

SOUZA, R. R. Uma proposta de metodologia para escolha automática de descritores utilizando Sintagmas Nominais. 202p. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

TUDHOPE, D.; SOUZA, R. R.; ALMEIDA, M. B. The KOS spectra: a tentative faceted typology of Knowledge Organization Systems. (2009). ISKO 2010. Aceito para publicação.

WAND, Y.; STOREY, V. C.; WEBER, R. An ontological analysis of the relationship construct in conceptual modeling. *ACM Transactions on Database Systems*, New York . v. 24, n. 4, p. 494-528, 1999.