

SEMÂNTICA NOS SISTEMAS DE APOIO A DECISÃO: O ESTADO DA ARTE

SEMANTIC IN DECISION SUPPORT SYSTEMS: THE STATE OF THE ART

Roberto Heinzle¹
Fernando Alvaro Ostuni Gauthier²
Francisco Antonio Pereira Fialho³

RESUMO: O presente artigo tem por objetivo fornecer uma visão geral do estado da arte da capacidade semântica dos Sistemas de Apoio a Decisão-SAD. Nesse sentido, o texto relata o resultado de uma revisão sistemática através da qual foi feito um levantamento das publicações relativas ao tema e realizadas entre os anos de 2005 a 2009. Trata-se de uma pesquisa básica exploratória na qual a metodologia empregada é a preconizada por Barbara Kitchenham (KITCHENHAM, 2004). Integram a referida revisão teses, dissertações e artigos científicos, nacionais e internacionais, os quais totalizaram cem textos lidos. A coleta de dados foi feita usando o Portal Capes e filtros de busca na Internet, sendo seu objetivo traçar o perfil da produção atual sobre os SAD e, a partir dele, identificar os aspectos relevantes e predominantes, e também as lacunas existentes nas investigações. Neste sentido, restou evidenciado que as funcionalidades semânticas destes sistemas são hoje sustentadas predominantemente com o uso de ontologias, como mecanismo para a representação do conhecimento, e a aplicação do raciocínio monotônico, como instrumento para o processo de inferência sobre este conhecimento.

Palavras-chave: Sistemas de Apoio a Decisão. Semântica nos Sistemas de Informação. Ontologia. Raciocínio Computacional.

ABSTRACT: *This article aims to provide an overview of the state of the art of the Decision Support Systems-DSS semantic capacity. In this sense, the paper reports the results of a systematic review which was done in order to survey publications related to this subject and performed between the years of 2005 and 2009. This is a basic exploratory research in which the methodology used is that advocated by Barbara Kitchenham (KITCHENHAM, 2004). The survey includes theses, dissertations and scientific papers, national and international, which amounted to one hundred texts read. The data collection was done using the portal Capes and Internet search filters, being its objective to profile the current production about DSS, and from there, to identify the relevant and predominant issues, and*

¹ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Docente do Centro Universitário de Brusque - Unifebe e da Universidade Regional de Blumenau - FURB. E-mail: heinzle@unifebe.edu.br

² Doutor em Engenharia pela UFSC. Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da UFSC. E-mail: gauthier@eps.ufsc.br

³ Doutor em Engenharia pela UFSC. Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da UFSC. E-mail: fapfialho@gmail.com

also the shortcomings in the investigations. In this sense, remains evident that semantic features of these systems are nowadays supported predominantly through the use of ontologies, as a mechanism for knowledge representation, and applying the monotonic reasoning, as a tool for the process of inference on this knowledge.

Keywords: *Decision Support Systems, Semantic in Information Systems, Ontology, Computer Reasoning.*

1 INTRODUÇÃO

A intenção de construir sistemas capazes de oferecer suporte computacional ao gestor no processo de tomada tem sido há algum tempo um desafio para pesquisadores e desenvolvedores. Dentre estes, estão os Sistemas de Apoio a Decisão-SAD, uma classe de sistemas de informação que objetiva fornecer instrumentos ou subsídios úteis aos gestores das organizações, com recursos que permitem comparar, analisar, simular e apoiar a seleção de alternativas com base na geração de cenários que envolvem um significativo número de variáveis relacionadas ao domínio de um processo decisório. Suas características tecnológicas diferenciadas, sobretudo no que se refere à sua funcionalidade analítica sustentada por modelos de referência e a intensa interatividade com o usuário, somadas à sua utilização específica, são aspectos que os distinguem de outros tipos de sistemas de informação.

Nos dias atuais, nos tempos da era da informação e da Internet, estes esforços têm sido intensificados pois tais sistemas passaram a ter importância crescente. Uma consequência do fato de que a nova realidade impôs ao gestor um outro cenário para o processo de tomada de decisão, marcado pelo aumento de sua complexidade, decorrente da dificuldade do tratamento e interpretação semântica⁴ de um grande volume de informações e sua consequente transformação em conhecimento útil ao processo decisório. Neste sentido, afirma Napoli (2006):

De fato, muitas organizações já constataram a complexidade em se traduzirem os dados providos por essas soluções em conhecimento e em resultados positivos para o negócio. Comumente os usuários são submetidos a grandes volumes de dados, dispondo basicamente do seu conhecimento pessoal para guiá-los durante o processo de seleção e interpretação da informação para satisfazer os seus requisitos analíticos. Esse conhecimento muitas vezes se mostra insuficiente para fazer os julgamentos corretos em um processamento tão complexo.

Assim, estão agora em evidência questões relacionadas à busca de estratégias que permitam a utilização da semântica do negócio para auxiliar o gestor na obtenção de

⁴ Semântica é o estudo do significado, a ciência das significações. Seu objeto é toda significação produzida na mente humana ou noutro ser com alguma capacidade cognitiva ou sensitiva-reativa de recepção de um estímulo e passível de traduzi-lo ou decodificá-lo, e então tomar alguma decisão a partir das significações produzidas em seu ser, mesmo que seja a indiferença ou imobilidade (Andrade, 2009).

informações que auxiliem na transformação e na interpretação do dado localizado, e que o apóie na formação de conhecimento e na tomada de decisão. Para tanto, tem recebido atenções destacadas nas pesquisas recentes o mapeamento da semântica do negócio na forma de modelos de conhecimento e de mecanismos de raciocínio automático sobre estes, através dos quais seja possível apoiar as análises e julgamentos do usuário gestor.

É neste contexto que emerge o objetivo central do presente trabalho, no qual se pretende aquilatar o estado da arte da capacidade semântica dos Sistemas de Apoio a Decisão contemporâneos. Para tanto, desenvolveu-se uma revisão sistemática que levantou as publicações relativas ao tema realizadas entre os anos de 2005 a 2009. A metodologia empregada no trabalho é a proposta em Kitchenham (2004). O *review protocol*, norteador de sua realização e desenvolvido na *Planning Phase*, é mostrado no Quadro 1.

Componente	Desenvolvimento
Justificativa	Traçar o perfil e identificar lacunas nos recursos semânticos que sustentam as funcionalidades analíticas dos SAD's atuais.
Questão a ser respondida	Quais são as bases sob as quais se sustentam os recursos de semântica dos SAD's atuais.
Estratégia	Os termos buscados foram: Sistemas de Apoio a Decisão e Sistemas de Suporte a Decisão, nos idiomas português e inglês. A pesquisa investigou o portal capes e a Internet, com a aplicação de filtros de busca. Foram incluídos teses, dissertações e artigos científicos, nacionais e internacionais
Critério e Procedimentos	Foram considerados apenas documentos que apresentaram explicitamente os termos buscados. Os documentos podem tratar-se especificamente de assuntos relacionados a SAD ou, ainda, da aplicação destes na solução de problemas em áreas diversas.
Checklist de avaliação	Para os textos que relatam aplicações da tecnologia dos SAD's foram avaliados a área da aplicação e o objeto. Para os textos que relatam fundamentos dos SAD's, eles foram classificados com base na questão que abordam, sendo eles: Metodologia, Arquitetura e Outros. Para todos os textos foram extraídas as questões relativas a base da semântica, sendo elas: modelo de representação do conhecimento, mecanismos e técnicas de raciocínio computacional; e outras tecnologias citadas.
Extração dos dados	A extração dos dados foi feita através de leitura dos textos e tabelamento dos itens relacionados no <i>checklist</i> .
Síntese dos dados	Os dados foram sintetizados numa tabela.
Calendário	Trabalho desenvolvido de julho/2009 até fev/2010.

Quadro 1 – *Protocol Review*

2 SAD – DEFINIÇÃO E EVOLUÇÃO

Os Sistemas de Apoio a Decisão-SAD são sistemas de informação que objetivam fornecer instrumentos ou subsídios úteis aos gestores das organizações no processo de tomada

de decisão⁵ que apresenta problemas de estruturação⁶. São sistemas computadorizados que oferecem recursos que permitem comparar, analisar, simular e apoiar a seleção de alternativas com base na geração de cenários que envolvem um significativo número de variáveis relacionadas ao domínio de um processo decisório. Possuem características tecnológicas diferenciadas e utilização específica, aspectos que os distinguem de outros tipos de sistemas de informação.

Laudon (2001) que, diferentemente dos demais autores, os chama de "Sistemas de Suporte à Decisão - DSS", afirma tratar-se de uma classe de sistemas que ajuda os gestores a tomarem decisões em situações ou problemas que são semi ou não-estruturadas, únicos ou sujeitas a mudanças rápidas. Para ele, estes sistemas auxiliam o executivo principalmente nas etapas de desenvolvimento, comparação e classificação de riscos, fornecendo subsídios úteis para a escolha de uma alternativa através da geração de múltiplos cenários de informações. Acrescenta ele, que tal funcionalidade é obtida pela combinação de dados e modelos analíticos⁷ sofisticados no sistema. O autor registra ainda que, embora outros tipos de sistemas de informação também auxiliem de várias formas o processo de tomada de decisão, os DSS formam uma classe específica de sistemas, devido a cinco características que os diferencia dos demais:

1. Oferece aos usuários flexibilidade, adaptabilidade e respostas rápidas;
2. Permite aos usuários iniciar e controlar as entradas e saídas;
3. Opera com pouca ou nenhuma assistência de programadores profissionais;
4. Oferece suporte para decisões e problemas para os quais as soluções não podem ser especificadas previamente;
5. Usa análises sofisticadas e ferramentas de modelagem" (LAUDON, 2001, p. 27).

2.1 Um Breve Histórico

⁵ Tomada de decisão é, basicamente, um processo que consiste em escolher uma, ou algumas, entre várias alternativas para a realização de uma ação, considerando-se os possíveis reflexos presentes e futuros que a escolha pode causar.

⁶ Um problema é dito estruturado se sua definição e fases de operação para atingir os resultados desejados estão claros e bem definidas, sendo que sua repetida execução é sempre possível. A decisão estruturada apresenta procedimento operacional padrão, bem definido e claramente projetada. Nos problemas não-estruturados, "tanto os cenários como os critérios de decisão não estão totalmente fixados ou conhecidos *a priori*". (SHIMIZU, 2001, p. 29). No caso dos sistemas de informação, eles podem apenas apoiar o decisor, o qual conta também com sua experiência, intuição, crenças, heurísticas e outros aspectos em adição à lógica clássica, e por isto são mais difíceis de serem formalizados.

⁷ Um modelo é uma representação simplificada ou a abstração da realidade (TURBAN, 2004, p. 364). Trata-se de uma representação da estrutura essencial de algum objeto, fenômeno ou evento do mundo real. Modelos analíticos são compostos por fórmulas, equações matemáticas e/ou algoritmos.

Power (2002) apresenta em seu artigo uma detalhada retrospectiva histórica na qual resgata as origens dos SAD. Afirma o autor, que foi a partir dos anos 60 que pesquisadores começaram a estudar sistematicamente o uso de modelos quantitativos computadorizados para assistir a tomada de decisão. Na década de setenta os estudos e trabalhos relacionadas aos SAD se intensificaram nas empresas e em vários grupos de pesquisa. Em 1971 o termo Sistema de Apoio à Decisão foi usado pela primeira vez (TURBAN, 2007). Em Gorry & Scottmorton (1971), os autores o criam, e argumentam que esta deveria ser a denominação dada aos sistemas de informações para apoio à decisão em problemas semi e não-estruturados, em contraste com o termo "Sistema de Informação Gerencial", que deveria ser empregado para designar os sistemas relacionados a decisões em problemas estruturados. Assim, neste período os SAD eram caracterizados apenas como sistemas computacionais interativos que apóiam o processo decisório relacionado a problemas considerados não estruturados.

Foi como conseqüência dos trabalhos e estudos desenvolvidos nesta época que o conceito de SAD tornou-se uma área de pesquisa e que aconteceram os primeiros eventos acadêmicos importantes destinados a discutir teorias e socializar resultados e experiências. Sprague & Watson (1989) afirmam que estas discussões acabaram resultando na redefinição de SAD, que passou desde então a ser definido como “um sistema capaz de dar contribuição ao processo decisório e que possui as seguintes características: 1) é voltado para problemas menos estruturados e especificados, com os quais gestores se deparam; 2) combina o uso de modelos ou técnicas analíticas e funções tradicionais de acesso e recuperação de informações; 3) concentra-se especificamente em recursos que facilitem seu uso por pessoas não especializadas em informática e; 4) enfatiza a flexibilidade e a adaptabilidade para acomodar mudanças no ambiente e na abordagem ao processo decisório. Os mesmos autores também formalizam, em (SPRAGUE; WATSON, 1989), uma proposta de arquitetura para os SAD. Nela, os sistemas são compostos por três subsistemas obrigatórios: o Sistema Gerenciador de Dados, o Sistema Gerenciador de Modelos e o Sistema de Interface; e por dois bancos: o Banco de Dados e o Banco de Modelos. Esta composição deriva do paradigma DDM-Diálogos, Dados e Modelos, e sua visão macro é mostrada na Figura 1.

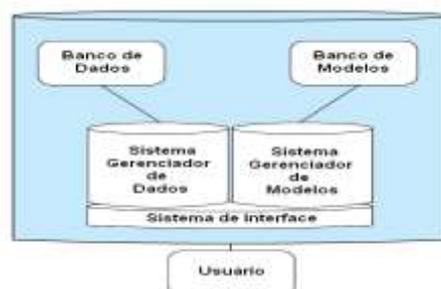


Figura 1 – Arquitetura do SAD (SPRAGUE; WATSON, 1989)

Se na história dos SAD os anos sessenta são lembrados pelas primeiras iniciativas dos pesquisadores em utilizar o computador para apoiar o processo de tomada de decisão, e a década de setenta pelo desenvolvimento de sua teoria, os anos oitenta foram marcados por grandes avanços, sobretudo relacionados a quatro aspectos:

- larga incorporação da tecnologia dos Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados, ou SGBD - “softwares que permitem a uma organização centralizar dados, administrá-los eficientemente, e oferece aos programas aplicativos acesso aos dados armazenados” (LAUDON, 2001, p. 274);
- criação do *data warehouse*, ou armazém de dados - uma ferramenta que permite coletar, padronizar e agrupar dados oriundos de bases de dados dispersas numa organização;
- aplicação de técnicas de Inteligência Artificial-IA⁸, principalmente com softwares de *data mining* - um processo analítico automatizado para explorar grandes bases de dados para revelar regras e padrões significativos e levar a descoberta de conhecimento relevante à organização.
- avanço da microinformática, em especial a popularização do uso das planilhas eletrônicas, que forneceram funções para a construção de modelos e modelagem analítica, úteis para aproveitamento pelos SAD (O'BRIEN, 2002, p. 287).

Power (2002) registra que no final dos anos oitenta surgiram as primeiras tentativas de utilizar técnicas de Inteligência Artificial-IA para potencializar a capacidade dos sistemas. A partir dos anos 90, inúmeras técnicas e métodos de IA foram explorados, os quais, somadas as

⁸ IA é a área de pesquisa da Ciência da Computação que busca desenvolver soluções computacionais que simulam o raciocínio humano na solução de problemas. “É o resultado da aplicação de técnicas e recursos, especialmente de natureza não numérica” (RABUSKE, 1995, p. 21).

novas facilidades de comunicação então disponíveis deram início a uma nova geração de Sistemas de Apoio à Decisão (BISPO, 1998). Power (2002) afirma que é por volta da metade da década que surge a geração dos SAD dirigidos por conhecimento, os quais ele denominou *knowledge-driven DSS*. Shim (2002), observa que foi por conta da incorporação intensa de métodos e técnicas de IA e da plataforma web que, na virada do século, os SAD tiveram significativo incremento de potencialidade, estenderam seu escopo e obrigaram pesquisadores a ampliar o conceito e a visão dos SAD. Afirma Shim:

DSS once utilized more limited database, modeling, and user interface functionality, but technological innovations have enabled far more powerful DSS functionality. DSS once supported individual decision-makers, but later DSS technologies were applied to workgroups or teams, especially virtual teams. The advent of the Web has enabled inter-organizational decision support systems, and has given rise to numerous new applications of existing technology as well as many new decision support technologies themselves (SHIM, 2002).

É principalmente amparada por tecnologias emprestadas da IA que a capacidade semântica nos atuais Sistemas de Apoio a Decisão é viabilizada⁹. Neles, as funcionalidades semânticas são criadas pelo emprego de duas tecnologias essenciais: a representação do conhecimento e o raciocínio computacional, sem os quais, afirma Rover (2001), “sistema algum consegue produzir respostas minimamente desejáveis”. São essencialmente mecanismos que permitem representar o conhecimento e sobre ele “raciocinar”. Um raciocínio computacional, na forma de inferências sobre os dados, empregando regras lógicas para transformá-los em informações suficientemente “inteligentes”, que descrevem relacionamentos concretos e formais.

Através dele, cálculos lógicos são feitos numa “álgebra semântica”, permitindo assim, oferecer conhecimento potencialmente útil ao gestor no processo de tomada de decisão. No que se refere à representação do conhecimento, existem múltiplos formalismos e modelos para sua representação, cada qual fornecendo um aparelho simbólico e construções sintáticas próprias. Já no que diz respeito ao segundo requisito, o raciocínio computacional, o desenvolvimento de sistemas computacionais dotados de tal faculdade envolve a utilização de mecanismos lógicos de inferência com os quais é simulado na máquina um processo inteligente. Através deste mecanismo é possível a inferência de novas verdades a partir de verdades existentes, ou seja, é possível ao sistema tirar conclusões derivadas a partir do domínio do conhecimento contido na base de conhecimentos.

⁹ Alternativamente podem ser empregados modelos matemáticos, estatísticos, entre outros.

2.2 Estado da Arte

Atualmente são desenvolvidos trabalhos de investigação dos mais diversos, desde aqueles que objetivam principalmente explorar as evoluções tecnológicas, passando pelos de caráter multidisciplinar, que buscam agregar avanços e resultados registrados em pesquisas de outras áreas, entre as quais se destacam: banco de dados, inteligência artificial, homem-máquina, simulação, comportamento organizacional, métodos de gestão empresarial e ciência cognitiva; e chegando àqueles que são aplicações de SAD na solução de problemas em áreas diversas. O estado da arte é marcado também por estudos relacionados à metodologia para seu desenvolvimento, discussões quanto à classificação e categorização, redefinição de requisitos, capacidade e potencialidades além de proposições de arquitetura e composição, como mostra o quadro 2.

Considerando o vasto levantamento bibliográfico realizado, é possível sintetizar nos termos do quadro 2 os aspectos e questões abordadas pelos diversos autores nas publicações contemporâneas relativas aos Sistemas de Apoio a Decisão. O quadro inclui cem trabalhos, publicados desde o ano de 2005 e destaca também, quando aplicável, as bases sobre as quais se sustenta a capacidade semântica dos sistemas envolvidos nos diversos trabalhos - este o foco de interesse maior da investigação realizada no referido levantamento.

CARACTERÍSTICAS		PUBLICAÇÕES
SAD APLICAÇÕES	Área Médica e Saúde ¹	(ABIDI S. R.; et al., 2007) ^A , (FERGUSON, G.; et al.;2009) ^B , (PELEG, M.; et al.;2008) ^C , (GAYNOR, M.; et al.;2005) ^D , (PELEG, M.; TU, S.;2006) ^E , (LICHTENSTEIN, F.; SIGULEM, D.;2008) ^F , (CANESTRARO, J.; et al., 2006) ^G , (YU, A.C.;2006) ^H , (ROSSILLE, D.; LAURENT, J.F.; BURGUN, A.;2005) ^I , (TUDORACHE, T.; et al.;2008) ^J , (AUSTIN, M.; KELLY, M.; BRADY, M., 2008) ^K , (REILLY, B.M.; EVANS, A.T.;2006) ^L , (MANICA, H.; DANTAS, M. A. R.; TODESCO, J. L.;2008) ^M , (SEQUIST,J.; et al;2005) ^N , (KAWAZOE, Y.; OHE, K.;2008) ^O , (RUBIN, D.L.; et al.;2009) ^P , (VOGELZANG, M.; et al.;2005) ^Q , (GURCAN, M.; et al.;2007) ^R ,(BRIGHT, T.J.; et al.;2008) ^S , (BOUAMRANE, M.M.; RECTOR, A.; HURRELL,M.;2009) ^T , (GERMAN, E.; LEIBOWITZ, A.; SHAHAR, Y.,2009) ^U , (PIRES, D.F.;2007) ^V

	Gestão Empresarial e organizacional ²	(LEE, C.S.; WANG, M.H.; CHEN J.J.; 2008) ^A , (STEEL, J.; IANNELA, R.; LAM, H.P.;2008) ^B , (WANG, Q.Q.; RONG, L.L.; 2007) ^C , (VENKATADRI, U.; et al.;2006) ^D , (SILVA, C.G.; et al.; 2006) ^E ,(VIDAL, A.; et al.;2005) ^F , (AYTUG H.; et al.,2005) ^G , (LI, J.Q.; BORENSTEIN, D.; MIRCHANDANI, P.B.; 2007) ^H , (PETRUSEL, R.;2008) ^I , (MURTY, K.G.; et al.; 2005) ^J , (DEGRAEVE, Z.; ROODHOFT, F.;2006) ^K , (EKELHART, A.; FENZ, S.; NEUBAUER, T.; 2009) ^L , (CHAN, C. W.; 2005) ^M , (CHEN-TUNG, C.; LIN, T.; HUANG, S.F.;2006) ^N
	Clima, Agricultura e Meio ambiente ³	(CABRERA, V.E.; et al., 2009) ^A , (MAIA, R.; SCHUMANN A.H.; 2007) ^B , (KIKER, G.A.; et al.; 2005) ^C , (WALKER, T.; et al.,2009) ^D , (VILLA, F.;2009) ^E , (AHMAD S.; SIMONOVIC, S.P.; 2006) ^F , (PAPPENBERGER, F.; BEVEN, K. J.;2006) ^G , (RICE, J.C.; ROCHET, M.J.;2005) ^H , (BREUER, N.; et al.,2008) ^I , (JANKOWSKI, P.; et al.;2006) ^J , (MIAH, S.J.; KERR, D.; GAMMACK, J.;2006) ^K

Quadro 2 - Levantamento Bibliográfico – Publicações de 2005 a 2009

CARACTERÍSTICAS		PUBLICAÇÕES
SAD APLICAÇÕES	Legal e Jurídica ⁴	(BATRES, E. J. Q.; et al., 2005) ^A , (BRAGA, M.M.; RAMOS JR, H. S.; COELHO, T. F.; 2007) ^B , (CASANOVAS, P.; CASELLAS, N.; VALLBÉ, J.J.; 2009) ^C ,
	Outras ⁵	(GARG, A.X.; et al.; 2005) ^A , (CLERICUZI, A.Z.; ALMEIDA, A.T.; COSTA, A.P.C.S.;2006) ^B , (BROWN, G.; et al.,2006) ^D , (AKERMAN, J.; TYREE, A.;2006) ^E , (DESROCHES, C.M.; et al.,2008) ^F , (AURUM, A.; WOHLIN, C.;2005) ^G , (HENDRICKS, K. B; SINGHAL, V. R.; STRATMAN, J. K.;2005) ^H , (TANG, J.; et al.; 2006) ^I , (FIGUEIREDO, S.; et al.;2006) ^J , (SEVERO, C.E.P.; et al.;2009) ^K , (HEIJDEN, H.;2006) ^L , (LEONG, T.; KAISER, T.; MIKSCH, S.;2007) ^M , (YAZGI-TÜTÜNCÜ, G.; et al.;2009) ^N , (CHANG, Xiaomeng, 2008) ^O , (ROCKWELL, J., et al.;2009) ^P , (LAN, H.; DING, Y.; HONG, J. ;2005) ^Q , (KWAN, M.P.; LEE, J. ;2005) ^R , (WANG, K.; TONG, S.;2008) ^S , (ZU, X.; LIU, L.; XU, Y., 2006) ^T ,
	Metodologia de Desenvolvimento	(MCCARTHY, J.D.;2007), (JONES, D.; GREGOR, S.;2007), (LEE, S.W.; et al.;2006), (PAWLAK Z.; SKOWRON, A.;2007)

SAD FUNDAMENTOS	Arquitetura e Classificação	(ARNOTT, D.; PERVAN, G.;2005), (BODENREIDER, O.; 2008), (TSYMBAL, A.; ZILLNER, S.; HUBER, M.; 2007), (HUSSAIN, S.; ABIDI, S.R.; ABIDI, S.S.; 2007), (NAPOLI, M.; et al.;2006), (MIAH, S.J.; GAMMACK, J.; KERR, D.;2007), (FALCONER, S.M; STOREY, M.A.;2007), (SMIRNOV, A. et al;2006), (MENDONÇA, D.;2007), (BORSJE, J.; LEVERING, L.; FRASINCAR, F.;2008), (FARION, K.; et al.;2009), (WEICHHART, G.; FESSL, K.; 2005), (BRAVO, H. C.; RAMAKRISHNAN, R.; 2007), (FOKOUÉ, A.; et al.; 2009), (KASABOV, N.; et al.;2008), (CHAREST M. ; et al.,2008), (LERA, I.; JUIZ, C.; PUIGJANER, R.;2006), (YANTANG, et al.;2008)
	Outros ⁶	(MUSEN, M.A.; SHAHAR Y.; SHORTLIFFE E.H.;2006) ^A , (CHIU, C.M.; HSU, M.H.; WANG, E.T.G.;2006) ^B , (KALFOGLOU, Y.; 2007) ^C , (GOUVEIA, A.; et al.; 2008) ^D , (HOLSAPPLE, C.W.; SENA, M.P.; 2005) ^E , (MACEACHREN, A.; et al.;2005) ^F , (PELEG, M.; TU, S.;2006) ^G , (COSTA, P.C.G.; LASKEY, K.B.; 2006) ^H , (ARNOTT, D.; PERVAN, G.;2 005) ^I , (MARKUS, M. L.; SILVER, M.S.; 2008) ^J , (MATA, F.; MARTINEZ, L.; HERRERA-VIEDMA, E.; 2009) ^K

Quadro 2 – continuação

CARACTERÍSTICAS		PUBLICAÇÕES
	Regras de Produção	(HUSSAIN, S.; ABIDI, S.R.; ABIDI, S.S.; 2007), (PELEG, M.; et al.; 2008), (SMIRNOV, A. et al; 2006), (MENDONÇA, D.;2007), (AHMAD, S.; SIMONOVIC, S. P.; 2006), (ROSSILLE, D.; LAURENT, J.F.; BURGUN, A.; 2005), (REILLY, B.M.; EVANS, A.T.; 2006), (PETRUSEL, R.;2008), (LAN, H.; DING, Y.; HONG, J. ;2005)

<p style="text-align: center;">BASE DA SEMÂNTICA</p>	<p style="text-align: center;">Ontologia</p>	<p>(LEE, C.S.; WANG, M.H.; CHEN J.J.; 2008), (BATRES, E. J. Q.; et al.;2005), (ABIDI S. R.; et al., 2007) (FERGUSON, G.; et al.; 2009), (HUSSAIN, S.; ABIDI, S.R.; ABIDI, S.S.; 2007), (NAPOLI, M.; et al.; 2006), (MIAH, S.J.; GAMMACK, J.; KERR, D.; 2007), (SMIRNOV, A. et al.; 2006), (FALCONER, S.M; STOREY, M.A.; 2007), (KALFOGLOU, Y.; 2007), (GOUVEIA, A.; et al.;2008), (AKERMAN, J.; TYREE, A.; 2006), (VILLA, F.;2009) , (STEEL, J.; IANNELA, R.; LAM, H.P.;2008), (MCCARTHY, J.D.;2007), (MENDONÇA, D.;2007), (LICHTENSTEIN, F.; SIGULEM, D.;2008), (COSTA, P.C.G.; LASKEY, K.B.; 2006), (CANESTRARO, J.; et al.,2006), (LEE, S.W.; et al.; 2006), (TANG, J.; et al.;2006),(YU, A.C.;2006), (BORSJE, J.; LEVERING, L.; FRASINCAR, F., 2008), (TUDORACHE, T.; et al.; 2008), (AUSTIN, M.; KELLY, M.; BRADY, M.; 2008), (FARION, K.; et al.;2009), (SEVERO, C.E.P.; et al.;2009), (MANICA, H.; DANTAS, M. A. R.; TODESCO, J. L.; 2008), (FOKOUE, A.; et al.; 2009), (MIAH, S.J.; KERR, D.; GAMMACK, J. ;2006), (KAWAZOE, Y.; OHE, K.;2008),(RUBIN, D.L.; et al.; 2009), (KASABOV, N.; et al.;2008), (BODENREIDER, O.;2008), (CHANG, Xiaomeng, 2008), (ROCKWELL, J., et al.;2009),(BRIGHT, T.J.; et al.;2008), (BOUAMRANE, M.M.; RECTOR, A.; HURRELL, M.;2009), (CHAREST M.; et al., 2008), (EKELHART, A.; FENZ, S.; NEUBAUER, T.;2009), (LERA, I.; JUIZ, C.; PUIGJANER, R.; 2006), (CHAN, C.W.; 2005), (PIRES, D.F.; 2007), (WANG, K.; TONG, S. ;2008), (ZU, X.; LIU, L.; XU, Y.,2006), (YANTANG, et al.;2008)</p>
--	--	--

Quadro 2 – continuação

CARACTERÍSTICAS	PUBLICAÇÕES
------------------------	--------------------

BASE DA SEMÂNTICA	Modelos Matemáticos	(KIKER, G.A.; et al.; 2005) (BROWN, G.; et al., 2006), (SILVA, C.G.; et al.;2006), (VIDAL, A.; et al.; 2005), (RICE, J.C.; ROCHET, M.J.; 2005), (PAWLAK Z.; SKOWRON, A.;2007), (JANKOWSKI, P.; et al.;2006), (MURTY, K.G.; et al.;2005), (YAZGI-TÜTÜNCÜ, G.; et al.; 2009), (VOGELZANG, M.; et al.; 2005), (DEGRAEVE, Z.; ROODHOFT, F.,2006), (CHEN-TUNG, C.; LIN, T.; HUANG, S.F.;2006),
	Modelos Estatísticos / Probabilísticos	(CABRERA, V.E.; et al., 2009), (MAIA, R.; SCHUMANN A.H.; 2007), (WALKER, T.; et al., 2009), (MACEACHREN, A.; et al.; 2005), (BREUER, N.; et al.;2008), (BRAVO, H. C.; RAMAKRISHNAN, R.;2007),
	Raciocínio Não-Monotônico	(COSTA, P.C.G.; LASKEY, K.B.; 2006), (PAPPENBERGER, F.; BEVEN, K. J.; 2006), (AYTUG H.; et al., 2005)
	Outros ⁷	(LEE, C.S.; WANG, M.H.; CHEN J.J.; 2008) ^A , (GAYNOR, M.; et al.; 2005) ^B , (AURUM, A.; WOHLIN, C.; 2005) ^C , (VENKATADRI, U.; et al.; 2006) ^D , (MENDONÇA, D.; 2007) ^E , (MACEACHREN, A.; et al.; 2005) ^F , (AHMAD, S.; SIMONOVIC, S. P.; 2006) ^G , (ROSSILLE, D.; LAURENT, J.F.; BURGUN, A.; 2005) ^H , (FIGUEIREDO, S.; et al. ; 2006) ^I , (LI, J.Q.; BORENSTEIN, D.; MIRCHANDANI, P.B.;2007) ^J , (HEIJDEN, H.; 2006) ^K , (MATA, F.; MARTINEZ, L.; HERRERA-VIEDMA, E.; 2009) ^L , (LAN, H.; DING, Y.; HONG, J.; 2005) ^M , (CHAREST M.;et al., 2008) ^N , (CHEN-TUNG, C.; LIN, T.; HUANG, S.F.;2006) ^O , (GERMAN, E.; LEIBOWITZ, A.; SHAHAR, Y., 2009) ^P ,
OUTRAS TECNOLOGIAS CITADAS	Linguagem Natural	(LEE, C.S.; WANG, M.H.; CHEN J.J.; 2008), (FERGUSON, G.; et al.; 2009), (LEE, S.W.; et al.; 2006)
	MCD- Multicriteria Decision Analysis Techniques	(KIKER, G.A.; et al.; 2005)
	Teorias Cognitivas	(CHIU, C.M.; HSU, M.H.; WANG, E.T.G.; 2006) (FALCONER, S.M; STOREY, M.A.; 2007),
	Sistemas Especialistas	(LAN, H.; DING, Y.; HONG, J.; 2005)
	Aprendizagem de Máquina	(KASABOV, N.; et al.; 2008)
	Design Rationale	(FIGUEIREDO, S.; et al.; 2006)

Quadro 2 – continuação

Legenda do Quadro 2:

- 1 A = Câncer de Mama, B = Cardíacos crônicos, C = Diabete, D = Serviços de emergência médica, E = SAD em clínicas, F = Ferramenta para bases de conhecimento, G = Infarto agudo do miocárdio, H = Ontologia médica, I = Oncologia, J = Gestão de pacientes com ontologia colaborativa, K = Decisão clínica, L = Diagnóstico clínico, M = Sistemas na saúde, N = Diabetes e doenças artério-coronárias, O = Alerta para prescrição, P = Neuroanatomia, Q = Controle de glicose, R = Imagens médicas, S = Prescrição de antibiótico, T = Riscos pré-operativos, U = Múltiplos bancos de dados clínicos, V = Múltiplas ontologias na decisão clínica.
- 2 A = Gestão de projetos e processos, B = Gestão de mensagens e recursos de emergência, C = Decisão em cenários de emergência, D = Cadeia de suprimentos em empresas de e-Commerce, E = Planejamento da produção, F = Processo industrial, G = Planejamento da produção com incerteza, H = Reagendamento de rota de veículos, I = Gestão financeira, J = Operação de terminal de *containers*, K = Gestão financeira, L = Gestão de riscos, M = Produção de petróleo, N = Cadeia de suprimentos.
- 3 A = Planejamento de culturas, B = Gestão da água, C = Projetos ambientais, D = Cultivo de milho, E = Avaliação de ecossistema, F = Controle de inundações, G = Incerteza em recursos de água, H = Gestão da pesca, I = Previsões climáticas, K = Ambiente de desenvolvimento
- 4 A = Informações em atos jurídicos, B = Recuperação de informações jurídicas na WEB e aplicação, C = Jurisprudência espanhola.
- 5 A = Síntese de relatos de experimentos médicos apoiados em SAD desde 1998, B = Uso de SAD nas empresas brasileiras, D = Defesa militar, E = Arquitetura de software, F = Adoção de sistemas e satisfação dos médicos nos EUA, G = Requisitos de engenharia de software, H = Efeitos de investimentos em ERP, SCM e CRM, I = Mapeamento de ontologias; J = Desenvolvimento de software, K = Mediação da aprendizagem, L = Apoio ao consumidor, M = Tecnologias *open source*, N = Rota de veículos, O = Design de produto, P = Projetos colaborativos de engenharia, Q = Prototipação de software, R = Resposta a emergências, S = Design de produto, T = Manutenção de equipamentos elétricos.
- 6 A = Aspectos gerais dos SAD para diagnóstico clínico, B = Compartilhamento de conhecimento em comunidades virtuais, C = Aspectos gerais de aplicação de ontologias nos SAD, D = Desambiguação de ontologias, E = Capacidade de suporte à decisão nos ERP's, F = Incerteza em SAD geoespacial, G = Presente e futuro dos SAD em clínicas, H = Conhecimento incerto e incompleto em ontologias, I = Crítica as publicações de SAD de 1990 até 2003, J = Efeitos da TI, K = Consenso nas decisões em grupo.
- 7 A = Lógica Fuzzy, B = Procedural/algorítmico, C = Rede semântica representada como MER-Modelo Entidade Relacionamento, D = Rede semântica, E = Raciocínio Baseado em Casos, F = Heurística, G = Rede neural, H = Raciocínio Baseado em Casos, I = Registros históricos, J = Grafos e heurística, K = Procedural/algorítmico, L = Lógica Fuzzy, M = Lógica Fuzzy, N = Raciocínio Baseado em Casos, O = Lógica Fuzzy, P = Heurística.

2.3 Aspectos de Destaque

A análise do quadro evidencia alguns aspectos importantes e que merecem ser destacados, entre os quais:

- 1) a expressiva quantidade de publicações que relatam aplicações da tecnologia dos SAD em diferentes áreas, as quais correspondem a maioria das publicações identificadas. Observou-se também que, entre estas, é grande número de trabalhos relativos a sistemas relacionados às áreas médica/saúde, gestão empresarial/organizacional e agricultura/meio ambiente, as quais, somadas, correspondem a 47% de todas as publicações identificadas;
- 2) entre os trabalhos que abordam questões relacionadas aos fundamentos dos SAD, o significativo número de trabalhos relacionados é arquitetura e classificação dos SAD. Nestes,

a maioria apresenta propostas de *frameworks* para serem utilizados no seu desenvolvimento/construção;

3) a ampla preferência pela ontologia como instrumento para a representação do conhecimento. Nas áreas da Informática e da Engenharia do Conhecimento, diferentemente da Filosofia¹⁰, onde o termo tem origem, uma ontologia é a representação de um vocabulário relativo a conceitualizações compartilhadas que envolvem estruturas para a modelagem do domínio do conhecimento, para conteúdos específicos de protocolos utilizados para comunicação entre agentes interoperantes e para acordos sobre a representação de teorias de domínios específicos. De forma geral, observa-se que o interesse dos autores nas ontologias está relacionado ao desenvolvimento de soluções que envolvem o raciocínio computacional automático (viável devido ao formalismo declarativo da especificação) como instrumento de suporte à capacidade semântica dos Sistemas de Apoio a Decisão;

4) o pequeno número de trabalhos relacionados ao raciocínio não-monotônico. No raciocínio monotônico, o processo de inferência utiliza apenas a lógica matemática tradicional, ou lógica clássica. Esta forma de raciocínio se aplica a um domínio específico, no qual esta disponível um modelo de conhecimento consistente e completo, ou seja, todo o conhecimento relacionado ao domínio da aplicação está disponível e não há contradição entre as várias porções que o compõem. Nestes sistemas, se for inserido conhecimento novo, não há a revisão do conhecimento anteriormente estabelecido, apenas o conjunto de declarações verdadeiras aumenta. Assim, não existe a possibilidade de revisão de crenças e verdades, somente é permitido aumentar o estoque de verdades com a inclusão de mais conhecimento, sendo impossível lidar com o conhecimento incerto ou incompleto.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento bibliográfico realizado permite concluir que os Sistemas de Apoio a Decisão chegam aos dias atuais como uma vigorosa área de pesquisa em tecnologia da informação. Destaca-se a larga diversidade de domínios nos quais a referida tecnologia é aplicada bem como o expressivo número de trabalhos relacionados ao aprimoramento da própria tecnologia. No que se refere ao segundo grupo, observa-se que a capacidade semântica de suporte às funcionalidades analíticas exigidas dos SAD é uma questão recorrente em muitas publicações.

¹⁰ A ontologia, como subárea da Filosofia, é o estudo dos seres, tratando da sua natureza, da realidade, da existência dos entes e também das questões metafísicas. Trata do ser enquanto ser, e objetiva compreender identidades e grupos de identidades, podendo ser vista como uma sistemática descrição da existência.

Associado a questão da capacidade semântica, outra conclusão diz respeito à ampla e recente incorporação das ontologias como mecanismo de suporte à representação do conhecimento e inferência automatizada. Trata-se de uma forte tendência dos SAD contemporâneos, uma vez que foi apenas a partir do início da década de noventa do século passado que tal tecnologia foi incorporada pela área da Informática e da Ciência da Computação (GRUBER, 1993).

Finalmente, pode-se constatar como uma lacuna nas publicações levantadas a excessiva predominância do emprego do raciocínio monotônico nas funcionalidades semânticas dos sistemas. Registre-se que as características do raciocínio monotônico impõem limitações importantes à capacidade semântica dos SAD, tornando-os inaplicáveis como suporte efetivo para muitos dos processos cognitivos desenvolvidos pelo gestor na solução de problemas do mundo real. Estas restrições, inerentes às tecnologias empregadas em sua concepção e desenvolvimento, estão relacionadas, sobretudo, à inexistência de mecanismos que permitam revisão de crenças ou proposições e a impossibilidade de lidar com o conhecimento incerto ou incompleto. Tal realidade, sugere o desenvolvimento de trabalhos que tenham como foco buscar alternativas a estas deficiências oferecendo suporte também ao raciocínio não-monotônico.

REFERÊNCIAS

ABIDI S. R.; et al. Ontology-based Modeling of Clinical Practice Guidelines: A Clinical Decision Support System for Breast Cancer Follow-up Interventions at Primary Care Settings. **Studies in Health Technology and Informatics**, Amsterdam-Netherlands, v. 129, p. 845-849, 2007.

AHMAD, S.; SIMONOVIC, S. P. An Intelligent Decision Support System for Management of Floods. **Water Resources Management**, Dordrecht- Netherlands, v. 20 n. 3, p. 391-410, jun 2006.

AKERMAN, J.; TYREE, A. Using ontology to support development of software architectures. **IBM Systems Journal**, Riverton-NJ-USA, v. 45, n. 4, p. 813-825, oct. 2006.

ANDRADE, S.C. O Campo da Semântica. Saussure ou Peirce, a quem seguir? Disponível em www.webartigos.com/articles/26361/1. Acessado em 12/nov/2009.

ARNOTT, David; PERVAN, Graham. A critical analysis of decision support systems research. **Journal of Information Technology**, v. 20, n. 2, p. 67-87, jun 2005.

AURUM, A.; WOHLIN, C. Aligning Requirements with Business Objectives: A Framework for Requirements Engineering Decisions. In: Requirements Engineering Decision Support Workshop-International Conference on Requirements Engineering, 13., 2005, Paris-France. **Proceedings...** Washington-USA: IEEE, 2005.

- AUSTIN, M.; KELLY, M.; BRADY, M. The Benefits of an Ontological Patient Model in Clinical Decision-Support. In: International Conference on Artificial Intelligence-Association for the Advancement of Artificial- Intelligence-AAAI, 23., 2008, Chicago-Illinois. **Proceedings...**Menlo Park-CA: AAAI, 2008. p. 1774-1775.
- AYTUG, H.; et al. Executing production schedules in the face of uncertainties: A review and some future directions. **European Journal of Operational Research**, v. 161, ed. 1, p. 86-110, feb. 2005.
- BARBOSA, G.R.; et al. SAD: Análise da percepção de usuários e desenvolvedores através de análise fatorial. **Revista Produção**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 216-228, may. 2006.
- BATRES, E. J. Q.; et al. Uso de Ontologias para a Extração de Informações em Atos Jurídicos em uma Instituição Pública. **Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação**. Florianópolis, v.10, n.19, p. 73-88, Primeiro semestre 2005.
- BISPO, C.A.F. **Uma análise da nova geração de Sistemas de Apoio à Decisão**. 1998. Dissertação de mestrado (Engenharia), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo-USP, São Carlos-SP. p. 165.
- BODENREIDER, O. Biomedical Ontologies in Action: Role in Knowledge Management, Data Integration and Decision Support. **International Medical Informatics Association (IMIA)**, IMIA Yearbook 2008, ed. 1, p. 67-79, 2008.
- BORSJE, J.; LEVERING, L.; FRASINCAR, F.; Hermes: a Semantic WebBased News Decision Support System. In: Symposium on Applied Computing, mar. 2008, Fortaleza-CE. **Proceedings...**New York: ACM-Association for Computer Machinery, 2008. p. 2415-2420.
- BOUAMRANE, M.M.; RECTOR, A.; HURRELL, M. Development of an ontology for a preoperative risk assessment clinical decision support system. **In: International Symposium on Computer-Based Medical Systems**, 22., aug. 2009, Albuquerque-New Mexico-USA. **Proceedings...** Washington/DC-USA: IEEE, 2009. v. 2. ed. 5. p. 1-6.
- BRAGA, M.M.; RAMOS JÚNIOR, H. S.; COELHO, T. F.; Aplicações de ontologias na recuperação de informações jurídicas na web semântica. In: Jornadas Argentinas de Informática - Simposio Argentino de Informática y Derecho, 36., 2007, Mar del Plata-Argentina. **Anales...** Buenos Aires-Argentina: SADIO-Sociedad Argentina de Informática, 2007.
- BRAVO, H. C.; RAMAKRISHNAN, R. Optimizing MPF Queries: Decision Support and Probabilistic Inference. In: **International Conference on Management of Data**, 26., 2007, Beijing-China. **Proceedings of the 2007 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data**. New York: ACM, 2007. p. 701-712.
- BREUER, N.; et al. AgClimate: a case study in participatory decision support system development. **Climatic Change**, v. 87, n. 3-4, p. 385-403, 2008.
- BRIGHT, T.J.; et al. Creating an ontology for an antibiotic prescribing decision support system. In: AMIA-American Medical Informatics Association Annual Symposium, nov. 2008, Washington/DC. **Proceedings...**Bethesda-MD:AMIA, 2008. p. 888.
- BROWN, G.; et al. Defending Critical Infrastructure. **Interfaces**, Maryland-USA, v. 36, n. 6, p. 530-544, nov. 2006.
- BUKOWITZ, W.R.; WILLIAMS, R.L. Manual de Gestão do Conhecimento. São Paulo: Bookman, 2002. p. 400.

CABRERA, V.E.; et al. Managing Climate Variability in Agricultural Analysis. In: LONG, J. A.; WELLS, D. S. (Eds). **Ocean Circulation and El Niño: New Research**. Gainesville-Florida: Nova Science Publishers, 2009, p. 163-179.

CANESTRARO, J.; et al. Sistema de Apoio À Decisão para Infarto Agudo do Miocárdio. In: Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 10., 2006, Florianópolis. **Anais do X Congresso Brasileiro de Informática em Saúde**, 2006.

CASANOVAS, P.; CASELLAS, N.; VALLBÉ, J.J. An Ontology-Based Decision Support System for Judges. In: Casanovas, P.; Breuker, M.; Klein M. C. A.; Francesconi, E. **Legal ontologies and the Semantic Web: Channelling the Legal Information Flood**. Amsterdam: IOS Press, 2009. v. 188, p. 165-175.

CHAN, C. W. An expert decision support system for monitoring and diagnosis of petroleum production and separation processes. **Expert Systems with Applications**, v. 29, ed. 1, p. 131-143, jul. 2005.

CHANG, Xiaomeng. **Ontology Development and Utilization in Product Design**. 2008. PhD Dissertation (Industrial and Systems Engineering), Department of Industrial and Systems Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg-VA-USA.

CHAREST, M.; et al. Bridging the gap between data mining and decision support: A case-based reasoning and ontology approach. **Intelligent Data Analysis**, v. 12, n. 2, p. 211-236, 2008.

CHEN-TUNG, C.; LIN, T.; HUANG, S.F. A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. **International Journal of Production Economics**, v. 102, ed. 2, p. 289-301, aug. 2006.

CHIU, C.M.; HSU, M.H.; WANG, E.T.G. Understanding knowledge sharing in virtual communities: An integration of social capital and social cognitive theories. **Decision Support Systems**, Amsterdam-Netherlands, v. 42, ed. 3, p. 1872-1888, dec. 2006.

CLERICUZI, A.Z.; ALMEIDA, A.T.; COSTA, A.P.C.S. Aspectos relevantes dos SAD nas organizações: um estudo exploratório. **Revista Produção**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 8-23, abr. 2006.

COSTA, P.C.G.; LASKEY, K.B. PR-OWL: A Framework for Probabilistic Ontologies. **Frontiers in Artificial Intelligence and Applications**, Amsterdam-Netherlands, v. 150, p. 237-249, 2006.

DEGRAEVE, Z.; ROODHOOFT, F. Effectively Selecting Suppliers Using Total Cost of Ownership. **Journal of Supply Chain Management**, v. 35, ed. 1, p. 5-10, apr. 2006.

DESROCHES, C.M.; et al. Electronic Health Records in Ambulatory Care — A National Survey of Physicians. **The new england journal of medicine**, v. 359, n. 1, p. 50-60, jul. 2008.

EKELHART, A.; FENZ, S.; NEUBAUER, T. Ontology-Based Decision Support for Information Security Risk Management. In: International Conference on Systems, 4., mar. 2006, Gosier-Guadeloupe-France. **Proceedings...Washington/DC-USA: IEEE**, 2009. p. 80-85.

FALCONER, S.M; STOREY, M.A. A Cognitive Support Framework for Ontology Mapping. In: International Semantic Web Conference-ISWC, 2007, Busan-Korea. **Proceedings...Heidelberg: Springer**, nov. 2007. p. 114-127.

FARION, K.; et al. Clinical Decision Support System for Point of Care Use: Ontology Driven Design and Software Implementation. **Methods of Information in Medicine**, v. 48, ed. 4, p. 381-390, may 2009.

FERGUSON, G.; et al. **CARDIAC: An Intelligent Conversational Assistant for Chronic Heart Failure Patient Health Monitoring**. In: AAAI-Association for the Advancement of Artificial Intelligence - Fall Symposium on Virtual Healthcare Interaction, 2009, Arlington-VA. **Proceedings...** Menlo Park-CA: AAAI, 2009.

FERGUSON, R.L.; JONES, C.H.; A Computer Aided Decision System. *Management Science*, v. 15, n. 10, jun. 1969.

FIGUEIREDO, S.; et al. Uma Abordagem de Apoio à Solução Técnica em Ambientes de Desenvolvimento de Software Orientados à Organização. In: Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software – SBQS, 5., 2006, Vila Velha-ES. **Anais...**Porto Alegre: SBC, 2006. p. 293-307.

FOKOUE, A.; et al. A decision support system for secure information sharing Symposium on Access Control Models and Technologies. In: Symposium on Access control models and technologies, 14., 2009, Stresa-Italy. **Proceedings...** New York: ACM, 2009. p. 105-114.

FORTE, M. Especificação de perfis e regras, baseada em ontologias, para adaptação de conteúdo na internet. 2006. **Dissertação** (Mestrado em Ciência da Computação), Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-Sp. 150 P.

GARG, A.X .; et al. Effects of Computerized Clinical Decision Support Systems on Practitioner Performance and Patient Outcomes - A Systematic Review. **Jama - The Journal of the American Medical Association**, v. 293, n. 10, p. 1223-1238, mar. 2005.

GAYNOR, M.; et al. A Dynamic, Data-Driven, Decision Support System for Emergency Medical Services. In: International Conference on Computational Science, 5., 2005, Atlanta-USA, **Proceedings...** New York: Springer, 2005, v. 3515. p. 703-711.

GERMAN, E.; LEIBOWITZ, A.; SHAHAR, Y. An architecture for linking medical decision-support applications to clinical databases and its evaluation. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 42, ed. 2, p. 203-218, apr. 2009.

GORRY, A.; SCOTTMORTON, M.S. a framework for information systems. **Sloan Management Review**, V. 13, N. 1, P. 56-79, FALL 1971.

GOUVEIA, A.; et al. Desambiguação do Mapeamento Automático de Ontologias. In: Ibero-Americana Conference – IADIS International Association for Development of the Information Society, 2008, Algarve-Portugal, **Proceedings...** Algarve-Portugal: IADIS, apr. 2008. p. 162-169.

GRUBER, T.R. A Translation Approach to Portable Ontologies. In: **Knowledge Acquisition**, v. 5, n. 2, p. 199-220, 1993.

GURCAN, M.; et al. GridIMAGE: A Novel Use of Grid Computing to Support Interactive Human and Computer-Assisted Detection Decision Support. **Journal of Digital Imaging**, v. 20, ed. 2, p. 160-171, jun. 2007.

HEIJDEN, H. Mobile decision support for in-store purchase decisions. **Decision Support Systems**, v. 42, ed. 2, p. 656-663, nov. 2006.

- HENDRICKS, K. B; SINGHAL, V. R.; STRATMAN, J. K. The impact of enterprise systems on corporate performance: A study of erp, scm, and crm system implementations. **Journal of Operations Management**, vol. 25, p. 65-82, jan. 2007.
- HOLSAPPLE, C.W.; SENA, M.P. ERP plans and decision-support benefits. **Decision Support Systems**, Amsterdam-Netherlands, v. 38, ed. 4, p. 575-590, jan. 2005.
- HORRIDGE, M.; et al. **Practical Guide To Building OWL Ontologies Using Protégé 4 and CO-ODE Tools Edition 1.1.** oct 2007. University of Manchester. Disponível em: <http://protegewiki.stanford.edu/index.php/Protege4UserDocs>. Acessado em: 14/set/2008.
- HUSSAIN, S.; ABIDI, S.R.; ABIDI, S.S. Semantic Web Framework for Knowledge-Centric Clinical Decision Support System. In: **Conference on Artificial Intelligence in Medicine**. 11., 2007, Amsterdam-Netherlands. **Proceedings...** Heidelberg : Springer, 2007, v. 4594. p. 451-455.
- JANKOWSKI, P.; et al. Design Considerations and Evaluation of a Collaborative, Spatio-Temporal Decision Support System. **Transactions in GIS**, v. 10, n. 3, p. 335-354, 2006.
- JONES, D.; GREGOR, S. The Anatomy of a Design Theory. **JAIS – Journal of the Association for Information Systems**, Atlanta-USA, v. 8, ed. 5, article 2, p. 312-335, may 2007.
- KALFOGLOU, Y. Using ontologies to support and critique decisions. **Engineering Intelligent Systems**, Kibworth-UK, v. 15 n. 3 Special Issue: Decision Support Systems, p. 33-40, sep. 2007.
- KASABOV, N.; et al. Integrating Local and Personalised Modelling with Global Ontology Knowledge Bases for Biomedical and Bioinformatics Decision Support. **Computational Intelligence in Biomedicine and Bioinformatics**, Heidelberg, v. 151, p. 93-116, 2008.
- KAWAZOE, Y.; OHE, K. An ontology-based mediator of clinical information for decision support systems: a prototype of a clinical alert system for prescription. **Methods of Information in Medicine**, v. 47, n. 6, p. 549-559, nov. 2008.
- KERLINGER, F.N. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais; um tratamento conceitual**. 5. ed. São Paulo: EPU/EDUSP, 2006, 398 p.
- KIKER, G.A.; et al. Application of Multicriteria Decision Analysis in Environmental Decision Making. **Integrated Environmental Assessment and Management**, v. 1, n. 2, p. 95-108, nov. 2009.
- KITCHENHAM, Barbara. Procedures for Performing Systematic Reviews. Joint Technical Report. Disponível em www.idi.ntnu.no/emner/empse/papers/kitchenham_2004.pdf. Acessado em 18/abr/2009.
- KWAN, M.P.; LEE, J. Emergency response after 9/11: the potential of real-time 3D GIS for quick emergency response in micro-spatial environments. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 29, ed. 2, p. 93-113, mar. 2005.
- LAN, H.; DING, Y.; HONG, J. Decision support system for rapid prototyping process selection through integration of fuzzy synthetic evaluation and an expert system. **International Journal of Production Research**, v. 43, n. 1, p. 169-194, jan. 2005.
- LAUDON, K.C.; LAUDON, J.P. **Gerenciamento de Sistemas de Informação**. 3 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001. 433 p.

- LEE, C.S.; WANG, M.H.; CHEN J.J. Ontology-based intelligent decision support agent for CMMI project monitoring and control. **International Journal of Approximate Reasoning**, Maryland Heights-Missouri, v. 48, ed. 1, p. 62-76, apr. 2008.
- LEE, S.W.; et al. Building Decision Support Problem Domain Ontology from Natural Language Requirements for Software Assurance. **International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering**, v. 16, n. 6, p. 851-884, dec. 2006.
- LEONG, T.; KAISER, T.; MIKSCH, S. Free and open source enabling technologies for patient-centric, guidelinebased clinical decision support: A survey. **Methods of Information in Medicine**, v. 46, p. 74-86, 2007.
- LERA, I.; JUIZ, C.; PUIGJANER, R. Performance-related ontologies and semantic web applications for on-line performance assessment of intelligent systems. **Science of Computer Programming**, v. 61, ed. 1, p. 27-37, jun. 2006.
- LICHTENSTEIN, F.; SIGULEM, D. Criando uma Ontologia em Saúde com a ferramenta Protégé no padrão OWL. In: Congresso Brasileiro de Informática em Saúde-CBIS, 11., 2008. Campos do Jordão-SP. **Anais...**São Paulo: Sociedade Brasileira de Informática em Saúde-SBIS, 2008.
- LI, J.Q.; BORENSTEIN, D.; MIRCHANDANI, P.B. A decision support system for the single-depot vehicle rescheduling problem. **Computers & Operations Research**, v. 34, ed. 4, p. 1008-1032, apr. 2007.
- MACEACHREN, A.; et al. Visualizing Geospatial Information Uncertainty: What We Know and What We Need to Know. **Cartography and Geographic Information Science**, v. 32. n. 3, p. 139-160, 2005.
- MAIA, R.; SCHUMANN A.H. DSS application to the development of water management strategies in Ribeiras do Algarve River Basin; **Water Resources Management**, Dordrecht-Netherlands, v. 21 n. 5, p. 897-907, may 2007.
- MANICA, H.; DANTAS, M. A. R.; TODESCO, J. Leomar. Ontologia para Compartilhamento e Representação de Conhecimento em Saúde. **Diálogos & Saberes**, Mandaguari, v. 4, n. 1, p. 151-161, 2008.
- MARKUS, M. L.; SILVER, M.S. A Foundation for the Study of IT Effects: A New Look at DeSanctis and Poole's Concepts of Structural Features and Spirit. **Journal of the Association for Information Systems**, v. 9, ed. 10/11, p. 609-632, 2008.
- MATA, F.; MARTINEZ, L.; HERRERA-VIEDMA, E. An Adaptive Consensus Support Model for Group Decision-Making Problems in a Multigranular Fuzzy Linguistic Context. **IEEE Transactions on Fuzzy Systems**, v. 17, ed. 2, p. 279-290, apr. 2009.
- MCCARTHY, J.D. **Using Sensor Ontologies to create Reasoning-Ready Sensor Data for Real-time Hazard Monitoring in a Spatial Decision Support System**. 2007. Thesis (Degree of Master of Science) - Faculty of Graduate Studies and Research- Department of Earth and Environmental Sciences, University of Windsor, Windsor- Ontario-Canada.
- MENDONÇA, D. Decision Support for Improvisation in Response to Extreme Events: Learning from the Response to the 2001 World Trade Center Attack 2007. **Decision Support Systems**, Amsterdam-Netherlands, v. 43, ed. 3, p. 952-967, abr. 2007.
- MIAH, S.J.; GAMMACK, J.; KERR, D. Ontology development for context-sensitive decision support. In: International Conference on Semantics, Knowledge and Grid, 3., 2007, Xian-Shan Xi-China. **Proceedings...** Washington-DC-USA: IEEE, 2007. p. 475-478.

- MIAH, S.J.; KERR, D.; GAMMACK, J. A Design Environment Ontology for Stakeholder-developed Decision Support Tools in the Australian Dairy Industry. In: Australasian Conference on Information Systems-ACIS, 17., 2006, Adelaide-Australia. Proceedings of the 17th Australasian Conference on Information Systems. Paper 16. Available at: <http://aisel.aisnet.org/acis2006/16/>
- MURTY, K.G.; et al. A decision support system for operations in a container terminal. **Decision Support Systems**, Amsterdam-Netherlands, v. 39, ed. 3, p. 309-332, may. 2005.
- MUSEN, M.A.; SHAHAR Y.; SHORTLIFFE E.H. **Clinical Decision-Support Systems**. In: SHORTLIFFE, Edward H.; CIMINO, James J. (Eds). **Biomedical Informatics Computer Applications in Health Care and Biomedicine Health**. New York: Springer, fev. 2006, p. 698-735.
- NAPOLI, M.; et al. Um framework para a concepção de ferramentas de apoio à decisão baseadas em ontologias. In: Simpósio Brasileiro de Banco de Dados, 21., 2006, Florianópolis-SC. **Anais...**Florianópolis: Editora da UFSC, 2006, v. 1. p. 280-294.
- O'BRIEN, J.A. Sistemas de Informação e as Decisões Gerenciais na Era da Internet. Tradução: Célio Knipel Moreira, Cid Knipel Moreira. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2004. p. 431.
- PAPPENBERGER, F.; BEVEN, K. J. Ignorance is bliss: Or seven reasons not to use uncertainty analysis. **Water Resources Research**, v. 42, n. 5, may 2006.
- PAWLAK Z.; SKOWRON, A. Rough sets and Boolean reasoning. **Information Sciences**, v. 177, p. 41-73, 2007.
- PELEG, M.; TU, S. Decision Support, Knowledge Representation and Management in Medicine. **Methods of Information in Medicine**, v. 45, ed. Suppl 1, p. 72-80, 2006.
- PELEG, M.; et al. Lessons Learned from Adapting a Generic Narrative Diabetic-Foot Guideline to an Institutional Decision-Support System. **Studies in health technology and informatics**, Amsterdam-Netherlands, v. 139, p. 243-252, jul. 2008.
- PETRUSEL, R. A Decision Support System Tailored For Romanian Small And Medium Enterprises. In: International Conference on Enterprise Information Systems-ICEIS, 10., jun. 2008, Barcelona-Spain. **Proceeding...**Barcelona: Springer, 2008. v. ISAS-1. p. 208-211.
- PIRES, D.F. **Uma solução interoperável, baseada na UMLS, para apoiar a decisão diagnóstica colaborativa na Web**. 2007. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- POWER, D.J. **A Brief History of Decision Support Systems**. DSSResources.COM, World Wide Web, disponível em: <http://DSSResources.COM/history/dsshhistory.html>, version 2.1, 2002. Acessado em 20/out/2009.
- RAFAELI NETO, L. S. **Um modelo conceitual de sistema de apoio à decisão espacial para a gestão de desastres por inundações**. 2000. Tese de doutorado (Transportes), Departamento de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo-USP, São Paulo. p. 231.
- REILLY, B.M.; EVANS, A.T. Translating Clinical Research into Clinical Practice: Impact of Using Prediction Rules to Make Decisions. **Annals of Internal Medicine**, v. 144, p. 201-209, 2006.
- RICE, J.C.; ROCHET, M.J. A framework for selecting a suite of indicators for fisheries management. **Journal of Marine Science**, v. 62, p. 516-527, 2005.

- ROCKWELL, J., et al. A Decision Support Ontology for collaborative decision making in engineering design. 2009, Baltimore-MD. In: International Symposium on Collaborative Technologies and Systems, 2009. **Proceedings...**Washington/DC-USA: IEEE, 2009. p. 1-9.
- ROSSILLE, D.; LAURENT, J.F.; BURGUN, A. Modelling a decision support system for oncology using rule-based and case-based reasoning methodologies. **International Journal of Medical Informatics**, v. 74, ed. 2-4, p. 79-344, mar. 2005.
- ROVER, A.J. **Informática no Direito: Inteligência Artificial, Introdução aos Sistemas Especialistas legais**. Curitiba: Juruá, 2001. 269 p.
- RUBIN, D.L.; et al. Computational neuroanatomy: ontology-based representation of neural components and connectivity. **BMC Bioinformatics**, v. 10, supplement 2, fev. 2009.
- SCOTTMORTON, M. S. Computer-driven visual display devices -- their impact on the management decision-making process. 1967. **Doctoral Dissertaion** (Business School), Harvard Business School, Harvard University, Harvard.
- SELL, D.; et al. Adding Semantics to Business Intelligence. In: International Workshop on Database and Expert Systems Applications-DEXA, 16., aug 2005, Copenhagen-Denmark. **Proceedings...**Washington-DC: IEEE, 2005, p. 543-547.
- SEQUIST, J.; et al. A Randomized Trial of Electronic Clinical Reminders to Improve Quality of Care for Diabetes and Coronary Artery Disease. **Journal of the American Medical Informatics Association - JAMIA**, v. 12, n. 4, p. 431-437, jul. 2005.
- SEVERO, C.E.P.; et al. Uma ontologia para categorias de mediação segundo uma abordagem epistemológica baseada na interação social. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre-RS, v. 7, n. 2, dez 2009.
- SHIM, J.P.; et al. Past, present, and future of decision support technology. **Decision Support Systems**, Amsterdam-Netherlands, v. 33, ed. 2-Special Issue, p. 111-126, jun. 2002.
- SILVA, C.G.; FIGUEIRA, J.; LISBOA, J.; BARMAN, S.; An Interactive Decision Support System for an Aggregate Production Planning Model Based on Multiple Criteria Mixed Integer Linera Programming. **Omega – The International Journal of Management Science**. v. 34, n. 2, p. 167-177, 2006.
- SMIRNOV, A. et al. **Intelligent Support for Distributed Operational Decision Making** . In: International Conference on Information Fusion, 9., 2006, Florence. **Proceedings...** Washington-DC: IEEE, 2006. p. 1-8.
- SOUZA, L.C.G. **Regras de Raciocínio aplicadas a Ontologias por meio de Sistema MultiAgente para Apoio a Decisões Organizacionais**. 2003. Dissertação de Mestrado (Informática Aplicada), Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Católica do Paraná, Curitiba. p. 173.
- SPRAGUE, R.H.; WATSON, H.J. **Sistemas de Apoio à Decisão: Colocando a Teoria em Prática**. Tradução: Ana Beatriz G.R. Silva. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus. 1989. 508p.
- STEEL, J.; IANNELA, R.; LAM, H.P. Using Ontologies for Decision Support in Resource Messaging. In: International ISCRAM-Information Systems for Crisis Response and Management Conference, 5., may 2008, Washington-DC. **Proceedings...**Washington-DC: ISCRAM, 2008, p. 276-284.
- TANG, J.; et al. Using Bayesian decision for ontology mapping. **Journal of Web Semantics**, v. 4, n. 4, p. 243-262, dec. 2006.

TSYMBAL, A.; ZILLNER, S.; HUBER, M.; Ontology – Supported Machine Learning and Decision Support in Biomedicine. In: Data Integration in the Life Sciences/DILS – International Workshop, 4., jun. 2007, Philadelphia-USA. **Proceedings...Heidelberg: Springer, 2007. v. 4544. p. 156-171.**

TUDORACHE, T.; et al. Supporting Collaborative Ontology Development in Protégé. In: International Conference on the Semantic Web, 7., okt. 2008, Karlsruhe-Germany. **Proceedings...Heidelberg: Springer, 2008, v 5318. p. 17-32.**

TURBAN, E.; ET AL. **Decision support and business intelligence.** 8. Ed. Upper saddle river-nj-usa: pearson'prentice hall, 2007. 772 P.

VENKATADRI, U.; et al. Optimization Based Decision Support for Order Promising in Supply Chain Networks. **International Journal of Production Economics**, v. 103, s. 1, p. 117-130, sep. 2006.

VIDAL, A.; et al. A decision support system for optimising the selection of parameters when planning milling operations. **International Journal of Machine Tools and Manufacture**, v. 45, ed. 2, p. 201-210, feb. 2005.

VILLA, F. Semantically driven meta-modelling: automating model construction in an environmental decision support system for the assessment of ecosystem services flows. In: International ICSC Symposium- ITEE-Information Technologies in Environmental Engineering, 4., may 2009, Thessaloniki-Greece, **Proceedings... New York: Springer, 2009. p. 23-36.**

VOGELZANG, M.; et al. Design and implementation of GRIP: a computerized glucose control system at a surgical intensive care unit. **BMC Medical Informatics and Decision Making**, v. 5, dec. 2005.

WALKER, T.; et al. The early economic impact of a nutrient management decision support system (NuMaSS) on small farm households cultivating maize on acidic, upland soils in the Philippines. **Agricultural Systems**, v.101, ed. 3, p. 162-172, jul. 2009.

WANG, K.; TONG, S. An Ontology of Manufacturing Knowledge for Design Decision Support. In: International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing-WiCOM, 4., 2008, Dalian-China. **Proceedings...Washington-DC-USA: IEEE** , oct. 2008. p. 1-5.

WANG, Q.Q.; RONG, L.L. Agile Knowledge Supply Chain for Emergency Decision-Making Support. In: International Conference on Computational Science, 7., 2007, Beijing-China. **Proceedings... Heidelberg: Springer, 2007, v. 4490. p. 178-185.**

WEICHHART, G.; FESSL, K. Organisational Network Models and the Implications for Decision Support Systems. In: IFAC World Congress, 16., Lug. 2005, Praga-Czech Republic. **Proceedings...Amsterdam-Netherlands: Elsevier, 2005.**

YANTANG, et al. Ontology-based, community-grounded, multilingual online services to support collaborative decision making. In: International Conference on Research Challenges in Information Science, 2., jun. 2008, Marrakech-Marroco. **Proceedings...Washington/DC-USA: IEEE, jun. 2008. p. 279-288.**

YAZGI-TÜTÜNCÜ, G.; et al. A visual interactive approach to classical and mixed vehicle routing problems with backhauls. **Omega – The International Journal of Management Science.** v. 37, n. 1, p. 138-154, fev. 2009.

YU, A.C. Methods in biomedical ontology. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 39, ed. 3, p. 252-266, jun. 2006.

ZU, X.; LIU, L.; XU, Y. Ontology-Based Maintenance Decision Support System for Electric Equipment Condition Data and Application Cooperation. In: International Conference on Power System Technology-POWERCON, 2006, Chongqing-China. **Proceedings...**Piscataway-NY-USA: IEEE, oct. 2006. p. 1-6.