

Sistemas especialistas nas organizações: um estudo bibliométrico

Myller Augusto Santos Gomes (UNICENTRO – UTFPR) myller_3@hotmail.com

Eloni dos Santos Perin (UFPR) eloni_perin@hotmail.com

João Luiz Kovaleski (UTFPR) kovaleski@utfpr.edu.br

Resumo:

A Inteligência Artificial é tema de abordagem em pesquisas de diversas áreas do conhecimento e com aplicação em vários ramos de estudos científicos, muitos ainda pouco explorados e entre eles os sistemas especialistas, foco de nosso estudo. Por sua abordagem interdisciplinar, o estudo das publicações de estudos organizacionais que utilizam sistemas especialistas para auxílio à tomada de decisões traz elementos importantes para a evolução e vantagem competitiva das organizações. Este artigo tem, portanto, a finalidade de identificar as principais publicações referentes a sistemas especialistas ou *expert systems* na área de ciências sociais. Para isso, investigou-se na base de dados *Web of Knowledge*, os trabalhos publicados entre o período de 1996 a 2015. Os dados foram analisados com auxílio de softwares de captura e organização dos dados, o Vosviewer e o Bibexcel, para identificar redes de autores, principais periódicos de publicação e as palavras chave referentes ao tema.

Palavras chave: Inteligência Artificial; Sistemas Especialistas; Organizações; Bibliometria.

Experts Systems in Organizations: A bibliometric study

Abstract

The Artificial Intelligence is a theme of approach in studies of various areas of knowledge and application in various branches of scientific studies, many still little explored and between them the expert systems, focus of our study. With its interdisciplinary approach, the study of publications in organizational studies that use expert systems to aid in decision-making brings elements important for the evolution and competitive advantage of organizations. This article therefore has a goal to identify the main publications referring to expert systems or expert systems in the area of social sciences. For this reason, was investigated the database *Web of Knowledge*, the published works between the period 1996 to 2015. The data were analyzed with the aid of software to capture and organization of data, Vosviewer and the Bibexcel, to identify networks of authors, main journals of publication and the key words related to the topic.

Key-words: Artificial Intelligence; Expert Systems; Organizations; Bibliometrics.

1. Introdução

O século XX foi palco da explosão tecnológica, a qual trouxe consigo uma gama de inovações, com novos modelos de gestão das organizações e novas formas de pensar e agir no mundo do trabalho.

As ações ficaram facilitadas pelo auxílio da tecnologia, o que trouxe também o desenvolvimento de uma nova área de estudos: a Inteligência Artificial. Esta área, alvo de interesse de pesquisadores de todos os campos de conhecimento, ainda é pouco explorada. Ela contempla diversos estudos, como o aprendizado de máquina, a robótica, as redes neurais, os sistemas especialistas e diversos outros campos.

Assim, este trabalho procurou identificar as principais pesquisas desenvolvidas na área de Inteligência Artificial, com foco em sistemas especialistas ou *expert systems*, para entender quais os principais pesquisadores, as áreas de pesquisa e os temas estudados. Portanto, o

objetivo deste trabalho foi identificar os trabalhos desenvolvidos no campo do uso de sistemas especialistas, que visam melhorar a gestão e a inovação tecnológica nas organizações.

Considera-se que a grande quantidade de informação carrega implícitos “padrões de comportamento e outras características úteis para traçar cenários e antecipar tendências sobre aspectos sociais e econômicos da sociedade contemporânea” (RUAS e PEREIRA, 2014).

Como método, utilizou-se o estudo bibliométrico com o objetivo de mensurar o processo de transformação e aplicação do conhecimento. A pesquisa foi realizada na base de dados Web of Science, uma base considerada completa pelos pesquisadores na área de Ciências Sociais. Essa metodologia, que faz parte dos estudos cientométricos, objetiva fazer um levantamento dos trabalhos publicados em periódicos nacionais e internacionais, no tema de estudo.

2. Sistemas Especialistas

No início dos anos de 1950 o desenvolvimento de software de computador começou com um foco em sistemas numéricos (PANDIT, 2013; IKRAN, QAMAR, 2015). A partir deste contexto, houve um crescimento expressivo de softwares, o marco do sistema especialista foi em 1970 na Universidade de Stanford, que desenvolveu um sistema especialista com objetivo de ajudar a diagnosticar a causa provável da infecção em pacientes e fornecer o tratamento recomendado.

Sua base de regra consiste em 450 regras o que poderia classificar vários tipos de infecções como a meningite. A partir desta experiência bem-sucedida, os criadores do sistema provaram que com um pouco de regras simples na forma de declarações em uma base de regras, era o suficiente para se lidar com um domínio complicado, mas com precisão no foco, devido sua estrutura de processamento de linguagem natural, processamento de símbolos, sistema baseado em regras e sistemas lógicos (IKRAN, QAMAR, 2015).

O processo de desenvolvimento de sistemas especialistas funcionais é sempre centralizada sobre a organização da base de conhecimento, este conhecimento é coletado e organizado, adquirido a partir do domínio do especialista em seguida, converte o conhecimento especializado em um formulário em linguagem computacional, neste momento o computador entende e salva os conhecimentos convertidos em uma base de conhecimento, compreendendo dois aspectos: Engenharia do Conhecimento e a Engenharia de Software (KUSIAK, CHEN, 1988; PANDIT, 2013; IKRAN, QAMAR, 2015).

Com a base de conhecimento formulada e reconhecida pelo computador, os usuários digitam os fatos recolhidos, e o sistema através de sua interface com o usuário, salva os fatos na base de fatos. Finalmente, os usuários obtêm os resultados, recomendações e explicações a partir do processamento realizado pelo sistema (IKRAN, QAMAR, 2015).

Este cenário, o sistema especialista apresenta duas características:

1. Interações com o usuário frequente: Um sistema especialista coleta dados dos utilizadores, e formula os resultados finais com base nesses dados.
2. Base de conhecimento independente e dinâmica: A principal diferença de um sistema especialista a partir de um programa tradicional é o conhecimento que é independente, este, podendo ser modificado ou ampliado na medida que conhecimento evolui.

Caracterizado o sistema especialista, apresenta-se um conceito da seguinte perspectiva:

O sistema especialista é definido com aquele baseado em regras, que contém informações obtidas a partir de um especialista humano, e representa que a informação sob a forma de regras,

sendo um corpo de conhecimentos especializados voltado ao processo de resolução de problemas, a fim de chegar a conclusão apropriada IKRAN, QAMAR, 2015).

No cenário evolutivo Ford (1985) destaca que o sistema especialista, uma consequência natural da inteligência artificial, sendo um programa de resolução de problemas que busca um bom desempenho em um especializado domínio do problema que requer conhecimentos específicos e habilidades distintas.

Durante a década de 1980, os pesquisadores começaram a investigação da inteligência artificial em países como Estados Unidos, Japão, assim como em muitos países da Europa, iniciaram o processo de investimentos nas áreas de sistemas de inteligência artificial e sistemas especialistas. Neste contexto, o objetivo da inteligência artificial é ampliar a aplicação de computadores para não somente realizar cálculos numéricos, mas também possuir um corpo de conhecimentos, e promover a sua utilização otimizando o trabalho humano (IKRAN, QAMAR, 2015).

A principal área de pesquisa da inteligência artificial inclui processamento de linguagem natural, processamento de símbolos, sistema baseado em regras e sistemas lógicos. O sistema especialistas funcionais é sempre centrado na organização de uma base de conhecimento ou base de regras (CHEN, 1998; IKRAN, QAMAR, 2015).

O objetivo destes sistemas é de processar o conhecimento de especialistas e promove uma tentativa de imitar a sua forma de pensar, intuito e habilidades distintas (FORD, 1985). Com desenvolvimento de controle baseado no conhecimento, os sistemas especialistas utiliza-se de técnicas para controlar o sistema de controle que podem automatizar algumas tarefas, atualmente desempenhadas por seres humanos especialistas em determinado conhecimento (LINKENS, CHEN, 1995).

Nesta perspectiva, os sistemas especialistas, tiveram suas primeiras aplicações no controle, com um comportamento off-line, desempenhado de forma passiva, podendo ser acompanhando por uma consultas e pela supervisão antes do processo de tomada de decisão. (LINKES, CHEN, 1995).

Em uma dimensão sociológica, Greenhalgh, Stones, Swinglehurst, (2014) realizam uma discussão, sobre as formas de captura da experiência profissional por meio de formalização e implementação do conhecimento impessoal, o sistema especialista em posse destes conhecimentos, pode-se moldar, monitorar, padronizar e tornar calculável o trabalho suportado.

Diederich, Ruhmann e May, (1987), reporta a o sistema especialista, como uma ferramenta para aquisição de conhecimento, onde, o nível de representação do conhecimento permite a integração de diferentes fontes de conhecimento e fornece a ferramenta de abertura aos métodos de elicitação, aonde é possível aproveitar a geração de base de conhecimento iterativo.

Com o fornecimento de explicações semelhantes para o especialista humano, Pandit (2013) menciona que o sistema pode explicar porque várias perguntas estão sendo feitas, e como os dados foram obtidos. Com o sistema baseado em regras, o processo de interpretação acontece em duas etapas:

Condição, como parte antecedente;

Conclusão, como ação consequente.

A parte antecedente da regra representa os fatos ou condições que devem existir para a regra para disparar a etapa consequente, está, descreve os fatos que serão estabelecidos, ou a ação

que será executada ou a conclusão que será feita, tornando todas as informações úteis (PANDIT, 2013).

Pandit (2013) apresenta a arquitetura do sistema especialista, este é principalmente constituído por uma base de conhecimento ou base de regras, que consiste de fatos e regras, específicos do problema tratado, motor de inferência, é o ponto de partida pela busca de regras na base de conhecimento para virem a ser avaliadas. Mota e Mota (2011) em consonância, com a arquitetura utilizada, apresenta-se que o comportamento do sistema atua de forma independente do problema em análise.

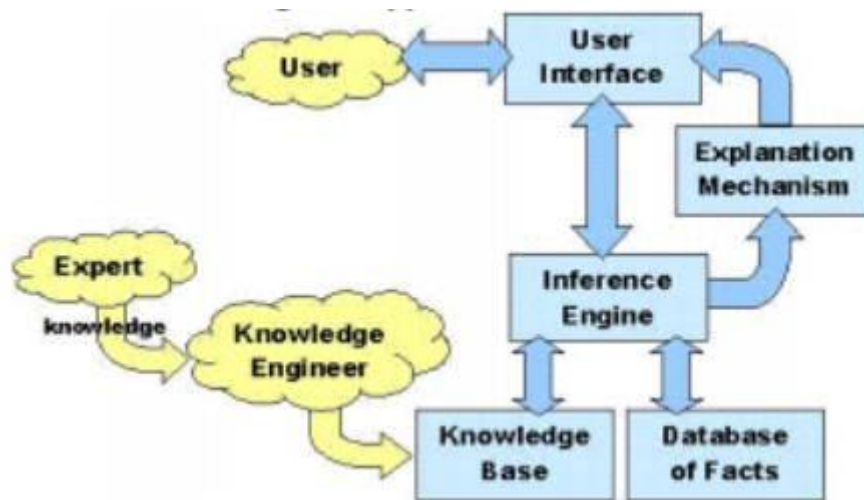


Figura 1- arquitetura do sistema especialista

Fonte: Adaptado de Pandit, (2013)

O controle de uma base de conhecimento pode ser realizado por procedimentos independentes do problema em questão, como por exemplo, os procedimentos para determinar a sequência de execução da regra, formas de encadeamentos para frente e para trás (KUSIAK, CHEN, 1998).

Com o sistema consolidado, Liker e Sindi, (1997) apontam que as intervenções específicas de gestão, pode ser somado pela metodologia para melhorar a aceitação da tecnologia. Exemplo, o gerente deve tomar decisões sobre se os limitados recursos disponíveis que deve ser gasto em treinamento para melhorar a confiança do usuário com a interface do sistema existente, ou na melhoria da interface do sistema, ou em uma campanha para educar os usuários sobre o que que vai acontecer aos seus empregos e competências, utilizando-se de forma tecnicamente sólida.

Conforme citado anteriormente, o sistema especialista são utilizados para solucionar problemas de diferentes áreas do conhecimento, sendo o determinante as regras utilizadas na base de conhecimento como a lógica binário que trata as afirmações, classificando como verdadeiras ou falsas, a lógica nebulosa, difusa ou fuzzy que admite valores lógicos intermediários entre a falsidade e a verdade, definindo, uma área de pesquisa que trata das incertezas nos mais diversos tipos de problemas (SIMÕES e SHAW, 2007).

A inteligência artificial tem contribuído para o estado da arte em diversas áreas, como exemplo o reconhecimento de voz, tradução automática e a robótica, apesar deste enorme avanço, Pandit (2013), defende que, todos precisamos ser bem educados e inteligentes, para que possamos

tomas decisões importantes, e compreender o papel dos programadores de inteligência artificial, para que possamos utilizar ferramentas como o sistema especialistas em nosso favor.

3. Procedimentos Metodológicos

A pesquisa utilizou a bibliometria como instrumento de análise das publicações científicas do tema de Sistemas Especialistas. A bibliometria é definida por Pritchard (1969) como “todos os estudos que tentam quantificar os processos de comunicação escrita”. Os estudos cientométricos tem sido bastante utilizados para compreender o campo das pesquisas científicas.

Hayashi (2013) traz a neo-bibliometria como ferramenta que vai além do estudo sobre produção e produtividade, mas a partir de seus indicadores pode chegar até uma abordagem teórica de seus pesquisadores. Para construção de indicadores bibliométricos a partir de dados coletados em base de dados, podem ser encontrados como registro de informações: autor, orientador, gênero, título do trabalho, nível (M/D), PPG, IES, região, linha de pesquisa, fomento, palavras-chave, resumo.

Alguns indicadores bibliométricos padrão utilizados neste trabalho permitem realizar análise sobre autores, palavras-chave e instituições de pesquisa e publicação. A escolha deste trabalho foi identificar o número de artigos publicados por autor, os termos mais utilizados nos artigos e os principais periódicos de publicações na área de Sistemas Especialistas.

Para realizar este estudo primeiramente definiu-se a expressão de busca “sistemas especialistas”, utilizando o termo em inglês “expert systems”. A base de dados escolhida para a pesquisa foi a *Web of Knowledge*, por ser uma das mais completas na área de Ciências Sociais.

Foi pesquisado o termo (“expert systems”) e refinado por: domínios de pesquisa: (*social sciences*) and domínios de pesquisa: (*social sciences or science technology*). A escolha deve-se a área de estudo dos pesquisadores.

Optou-se também por analisar os periódicos publicados entre os períodos de 1996 a 2015.

Para a análise, considerou-se a primeira pesquisa na base, que filtrou trabalhos nas áreas de Social Sciences e trouxe um resultado de 587 trabalhos publicados. Para auxílio à análise, foram usados softwares disponíveis gratuitamente, para capturar, organizar e apresentar as informações, extraídas da base de dados de publicação científica, a *web of Knowledge*. Os softwares utilizados foram o VOSviewer, o Citespace.

4. Análise dos resultados

Ao pesquisar o termo “expert systems”, com filtro para a área de *social sciences*, a partir da extração de dados da base *Web of Knowledge*, obtivemos 587 artigos.

Identificaram-se as palavras mais usadas no *Title* e *Abstract* dos trabalhos de periódicos publicados no período de 1996, até o ano de 2015.

A pesquisa extraída das publicações do tema Sistemas Especialistas, passou pelo processamento e visualização das informações a partir dos programas VOSviewer, Bibexcel, Excel e Citespace.

A Figura 2, elaborada no software Vosviewer, mostra que a expressão *expert system* é a mais utilizada nos artigos, seguida de *knowledge*, *rule*, *study*, *expert*, *process*, *decision*, *management*,

Os autores que mais publicaram aparecem com círculo maior na Figura 3, conforme dados extraídos da base de dados Web of Science e apresentados pelo Vosviewer, foram Edwards, J. S.; Okeefe, R. M.; Oleary, D. E.; Fordyce, K.; Boritz, J. E.; Ram, S.; A Figura 3 foi construída considerando o número mínimo de três documentos publicados de um autor.

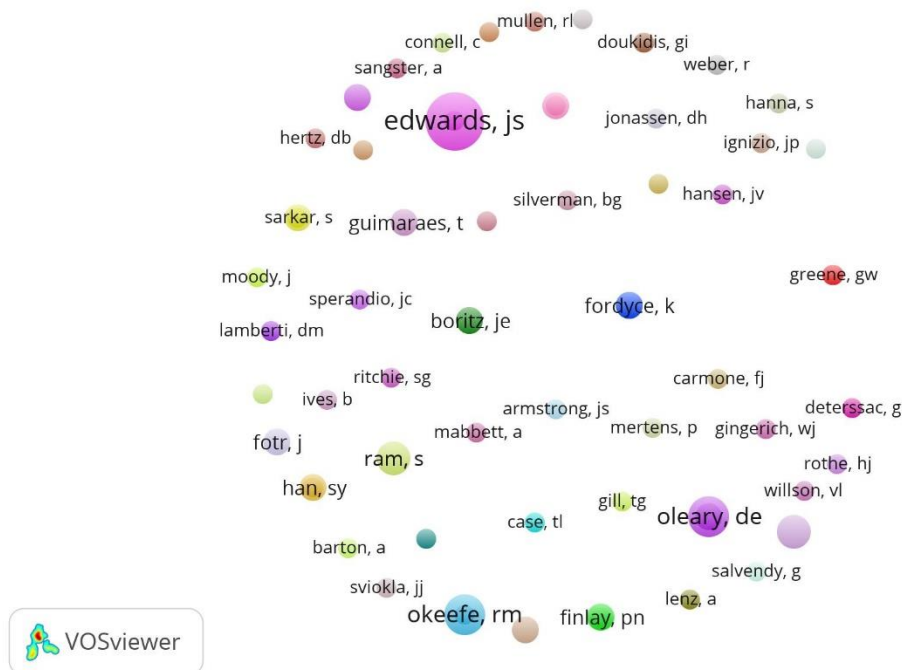


Figura 3. Autores e Co-autores que mais publicaram

Os periódicos que contém número maior que três publicações estão relacionados na figura 4. A figura foi construída com o auxílio dos programas Bibexcel para tratamento das informações e visualizada através de gráfico construído no Excel. Dos cinco periódicos de maior concentração de publicações na área de *expert systems*, uma é americana (*Interfaces*) com Fator de impacto ou Journal Citation Reports - JCR 0,669, uma da Inglaterra (*Journal of the Operational Research Society*) com JCR 0.953 e três pertencentes a Elsevier, que possui bases no Reino Unido, Europa, USA (*Information & Management* – JCR 1,865, *European Journal of Operational Research* – JCR 1,843 e *International Journal of Man-Machine Studies* – JCR 1,293).



Figura 4. Número de publicações por periódico

A Figura 5, extraída da base *Web of Science*, demonstra o número de publicações por ano compreendo o período de 1996 até 2015, neste cenário, é possível identificar uma desaceleração das publicações sobre o tema em questão.

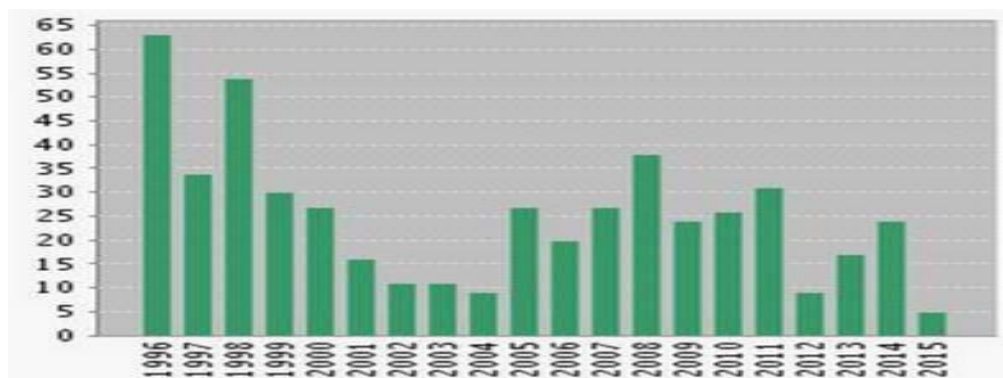


Figura 5. Itens publicados por ano

5. Considerações finais

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo bibliométrico sobre os sistemas especialistas nas organizações, a proposta demonstrou sua evolução e a natureza da literatura em relação ao tema. A análise das publicações permitiu estudar um vasto universo de conhecimento, buscando caracterizar os principais autores e co-autores, redes de palavras em títulos e abstract.

Identificados nos resultados um número expressivo de publicações, quantidade maior que 500 títulos em periódicos nas últimas três décadas. Foram identificados também os títulos de periódicos que publicaram no mínimo um artigo por ano e os países de origem.

Esta análise permitiu mapear descobertas interessantes:

- a) Há um número considerável de publicações sobre os sistemas especialistas baseado em regras na base de dados *Web of Science*;
- b) O termo pesquisado está em evidência e tem maior difusão nos continentes da América do Norte e Europa
- c) Há ausência de títulos de periódicos brasileiros que publicaram no mínimo dois artigos por ano sobre o respectivo tema (período)
- d) Entre os anos de 1996 a 2015, representou uma desaceleração das publicações a respeito do sistema especialista, entendemos que este resultado absorve os impactos do avanço tecnológico, que a área da ciência da computação tem passado durante este período.

Em relação à base de dados *Web of Science*, verificou-se que é uma importante ferramenta para os pesquisadores que escolherem por esta metodologia, pois fornece informações atualizadas com mais de 9.200 títulos de periódicos em nível internacional. Neste cenário, o sistema pode ser utilizado para uma pesquisa de alta qualidade, associando registros, buscando por autores relevantes na área de interesse, por referência citada, recebendo avisos de publicação para assuntos, publicações ou autores, processando os resultados de uma busca e salvando-os ou com a opção de envio por email. Estudos futuros podem correlacionar autores e periódicos, análise do fator de impacto das citações e correlação entre instituições de pesquisa e autores.

Contudo, dada à importância do avanço da inteligência artificial, e consequentemente sua aplicação prática, os sistemas especialistas são aliados no processo de tomada de decisão em uma organização. Conclui-se que mais estudos nacionais deveriam ser realizados, com experiências empíricas, aumentando as publicações a fim de contribuir para uma disseminação maior do tema.

Referências

- DIEDERICH, J; RUHMANN, I; MAY, M. KRITON:** *A knowledge-acquisition tool for expert systems*. International Journal of Man-Machine Studies, v. 26, n. 1, p. 29-40, 1987.
- FORD, F. N.** *Decision support systems and expert systems: a comparison*. Information & Management, v. 8, n. 1, p. 21-26, 1985.
- GREENHALGH, T; STONES, R; SWINGLEHURST, D.** *Choose and Book: a sociological analysis of 'resistance' to an expert system*. Social Science & Medicine, v. 104, p. 210-219, 2014.
- HAYASHI, M.** *Apontamentos sobre a coleta de dados em estudos bibliométricos e cientométricos*. Filosofia e Educação, v. 5, n. 2, Out. 2013. Disponível em: < <http://periodicos.bc.unicamp.br/ojs/index.php/rfe/index> > Acesso em: 05 set 2015.
- IKRAM, A; QAMAR, U.** *Developing an expert system based on association rules and predicate logic for earthquake prediction*. Knowledge-Based Systems, v. 75, p. 87-103, 2015.
- KUSIAK, A; CHEN, M.** *Expert systems for planning and scheduling manufacturing systems*. European Journal of Operational Research, v. 34, n. 2, p. 113-130, 1988.
- LIKER, J. K.; SINDI, A. A.** *User acceptance of expert systems: a test of the theory of reasoned action*. Journal of Engineering and Technology management, v. 14, n. 2, p. 147-173, 1997.
- LINKENS, D. A.; CHEN, M.** *Expert control systems. Concepts, characteristics and issues*. Engineering Applications of Artificial Intelligence, v. 8, n. 4, p. 413-421, 1995.
- LUISA, N.; MACEDO, F.** *Análise Bibliométrica sobre o desempenho*. Enegep, 2012.
- MOTA, A; MOTA, L.** *Especificação da iluminação no projeto de sistemas prediais de eletricidade utilizando um sistema especialista com regras nebulosas*. Engevista. v. 13, n. 3, 2011.
- PANDIT, M.** *Expert system—A review article*. International Journal of Engineering Sciences & Research Technology, v. 2, n. 6, p. 1583-1585, 2013.

RUAS, T. L.; PEREIRA, L. *How to build Science , Technology , and Innovation Indicators using Web of Science , Derwent World Patent Index , Bibexcel , and Pajek ?* Perspectivas em Ciência da Informação, v.19, n.3, p.52-81, jul./set. 2014.

SIMÕES, M; SHAW, I. *Controle e Modelagem Fuzzy-* 2ª Ed. São Paulo. Edgar Blücher/FAPESP, 2007.