

# Ontologia e Lógica Difusa como Ferramentas para a Redução de Imprecisão e Vaguidade nos Indicadores de Desempenho: uma revisão bibliométrica

Yasmim de Matos Nunes<sup>1</sup>, Vanderlei Freitas Junior<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal Catarinense, Campus Avançado Sombrio  
Sombrio – SC – Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal Catarinense, Campus Avançado Sombrio  
Sombrio – SC – Brasil/Doutor em Engenharia do Conhecimento/PPGEGC/UFSC  
yasmimn123@gmail.com, junior@tavalaredonda.com.br

**Abstract.** *This work aims a bibliometric analysis of publications about the use of semantic technologies, especially ontologies and fuzzy logic, for the indicator's performance representation. IEEE, Web of Science (WoS) and Scopus databases were used. The selected terms were fuzzy logic and performance indicators. A search string used was "fuzzy logic" and "performance indicators" and with it obtained the following result: 129 articles in total, 19 of them in IEEE database, 34 in WoS and 76 in Scopus database; 85 were non-repeated, of which 48 were selected from the specified criteria, 14 complete texts were found.*

**Resumo.** *Este trabalho tem por objetivo a análise bibliométrica de publicações internacionais acerca do uso de tecnologias semânticas, especialmente as ontologias e lógica difusa, para representação de indicadores de desempenho. Para isto, utilizou-se as bases IEEE, Web of Science (WoS) e Scopus. Os termos selecionados para a pesquisa foram a lógica difusa (fuzzy logic) e indicadores de performance (performance indicators). A string de busca empregada foi "fuzzy logic" and "performance indicators" e com ela obteve-se o seguinte resultado: 129 artigos no total, sendo 19 deles na base IEEE, 34 na WoS e 76 na base Scopus; 85 eram não repetidos, sendo 48 deles selecionados a partir dos critérios especificados, dentre estes foram encontrados 14 textos completos.*

## 1. Introdução

As empresas estão inseridas em uma realidade que as levam a perceber e fazer a análise de seus atos e decisões buscando o aprimoramento de seu desempenho. Com isso, naturalmente, estas organizações estabelecerão objetivos e metas para seguir, no ambiente competitivo em que se encontram, e também para a manutenção do controle dos resultados alcançados [Matheus 2012].

Os processos de medição, verificação e avaliação podem ser realizados a partir da escolha de variáveis a ser comparadas e aplicadas na organização, com o intuito de contribuir com a análise da qualidade de seus produtos e rotinas, permitindo a tomada de decisão [Matheus 2012]. Estas variáveis são chamadas de indicadores e são consideradas relevantes no âmbito das organizações.

Os indicadores podem ser definidos como o conjunto de processos, pessoas, ferramentas e métodos que, juntas, geram, expõem, analisam, descrevem, revisam e avaliam dados e informações sobre as múltiplas faces do desempenho nos níveis individual, grupal, operacional e geral da organização, em seus diversos elementos [Macedo-Soares e Ratton 1999]. Apesar de sua evidente utilidade, alguns autores como Bobillo *et al.* (2009), têm demonstrado que estes indicadores de desempenho apresentam vaguidade, imprecisão e carecem de semântica.

Buscando amenizar os impactos destas dificuldades, diferentes tecnologias podem ser empregadas, entre elas a ontologia e a lógica difusa. Para Vilela e Oliveira (2004), o termo ontologia deu-se na área de filosofia, trazendo as relações entre o que existe. Mas o termo passou a ser usado com diferentes definições, tal como em campos de estudo diferentes, como Inteligência Artificial e Engenharia do Conhecimento. E de acordo com Ali e Zhang (2001), a lógica difusa se baseia na teoria de conjunto difuso, que traz um significado de cálculo de valores que se estabelecem entre a verdade absoluta e a falsidade absoluta com resultados variando entre 0.0 e 1.0, permitindo o processamento computacional das incertezas e imprecisões.

Diante disso, este trabalho buscou identificar na literatura estudos que tenham procurado relacionar a utilização das ontologias e da lógica difusa como alternativas para a minimização dos impactos da vaguidade, imprecisão e a falta de semântica presentes em indicadores de desempenho. Para a consecução destes objetivos, realizou-se uma revisão bibliométrica de literatura procurando alcançar um panorama preliminar desta área de estudo, aliada a leitura dos textos completos encontrados.

O artigo divide-se em cinco seções, sendo elas: referencial teórico, metodologia, resultados bibliométricos e análise, considerações finais e referências.

## 2. Referencial Teórico

A importância das medidas de desempenho é reconhecida por muitos gestores [Botzenhardt e Maedche 2010] e de acordo com Neely, Gregory e Platts (1995) podem ser explicadas como “o processo de quantificação da eficiência e efetividade de uma ação”, sendo que o resultado/desempenho correto vem da ação realizada. Para Nurmi, Moyaux e Botta-Genoulaz (2010, p. 241), as medidas de desempenho desencadeiam um “*feedback* das atividades diárias que formam os dados para monitoramento do progresso das decisões operacionais, táticas e estratégicas e a tomada de ações corretivas quando necessárias”.

A contribuição do processo de medição de desempenho nas organizações pode vir de diferentes tecnologias, especialmente quando relacionadas à redução de uma possível vaguidade e imprecisão presente em seus indicadores. Entre estas tecnologias, encontram-se a lógica difusa e as ontologias. A lógica difusa teve sua origem em 1965 nos conjuntos difusos propostos por Zadeh, e foi reconhecida como um ramo importante para a representação do conhecimento e o pensamento humano [Ali e Zhang 2001]. Ela propõe ferramentas para modelagem de tipos de incertezas relacionadas com a falta de informação, vaguidade e/ou imprecisão. Já a palavra ontologia tem origem no campo da filosofia e refere-se a uma explicação sistemática de tudo que existe [Gómez-Pérez 1999 e Guarino 1998]. McComb (2004) afirma que a ontologia tem mais relação com o conceito de organização do conhecimento, que se dá apenas após haver a compreensão e o reconhecimento do seu sentido, no entanto, o objetivo da semântica é o próprio

Revista Tecnologia da Informação e Comunicação: Teoria e Prática. Vol.1 n.1, 2017

sentido das coisas. Gruber (1993) afirma que a ontologia é “uma especificação explícita de uma conceitualização”. De acordo com Gómez-Pérez (1999) esta referência tornou-se a mais requisitada na literatura. Borst (1997) passou a estender a definição de Gruber (1993), quando afirmou que as ontologias são “uma especificação formal de uma conceitualização compartilhada”.

As ontologias para Dillon e Simmons (2008), carregam uma compreensão comum em relação a estrutura da informação entre pessoas ou agentes de *software*, e além disso, elas possibilitam também a reutilização do conhecimento de determinado domínio, explicitam as suposições deste, separam o conhecimento de domínio do conhecimento operacional, e permitem a análise do conhecimento de domínio.

A partir destes conceitos, o estudo procura identificar trabalhos científicos publicados em bases internacionais que procurem relacionar a utilização destas tecnologias semânticas no tratamento da vaguidade e imprecisão presentes em indicadores de desempenho, utilizando-se dos procedimentos metodológicos delineados na seção a seguir.

### 3. Metodologia

Este trabalho tem propriedades exploratórias com desenvolvimento descritivo [Vergara 2003] e faz o uso das técnicas bibliométricas. A bibliometria propaga o conhecimento científico de medição de índices de produção [Fonseca 1986]. Ela busca principalmente o uso de métodos quantitativos que visam ter uma avaliação objetiva da produção científica [Araújo 2006].

Os indicadores bibliométricos possibilitam a análise do desenvolvimento de um campo da ciência para identificar características como: a produtividade de autores e instituições; o crescimento cronológico da produção científica; o impacto das publicações; a colaboração entre pesquisadores e instituições; a análise e avaliação de fontes difusoras de trabalhos e a dispersão da produção científica entre as diversas fontes [Bufrem e Prates 2005]. A observação destas características para uma determinada área do conhecimento mostra como ela está evoluindo e as principais tendências das publicações científicas.

Esta pesquisa foi, então, dividida em quatro etapas: 1) seleção da *string* de busca e definição de bases para consulta; 2) busca nas bases; 3) seleção dos artigos e sua organização no *software* EndNote. Ao final, partiu-se para a etapa 4, de análise dos trabalhos selecionados.

Na primeira etapa, definiu-se para a coleta de artigos as seguintes bases de pesquisa: IEEE, WoS (*Web of Science*) e Scopus. A escolha deu-se porque estas bases são reconhecidas internacionalmente pela qualidade dos periódicos indexados, bem como por sua abrangência e caráter multidisciplinar.

Já na segunda etapa, observou-se as características específicas para a pesquisa em cada uma das bases selecionadas, optando-se pela *string de busca*: “*fuzzy logic*” and “*performance indicators*”, que retornou 19 artigos na base IEEE, 76 artigos na base Scopus e 34 artigos na base WoS. O termo “*ontology*” foi excluído da *string* de busca para permitir a localização do maior número possível de estudos, uma vez que a sua utilização inviabilizava a busca. Entretanto, nas análises subsequentes serão considerados não apenas o termo em si, mas as suas múltiplas significações e variações.

A terceira etapa consistiu da importação e organização dos artigos no *software* Endnote®. Com estes dados oriundos da primeira etapa, foram criados 2 grupos principais: o primeiro denominado de Bases e o segundo *Filters* (Filtros). Dentro do grupo Bases foram criados 5 grupos, respectivamente: 1 – IEEE; 2 – Web of Science; 3 – Scopus; 4 – *All* (Todos); 5 – *Not Repeated* (Não Repetidos). Já dentro do grupo *Filters* foram colocados 2 grupos: *Selected Articles* (Artigos Seleccionados) e *Not Selected* (Não Seleccionados).

Com todos os grupos criados no EndNote®, a exportação foi feita da seguinte forma: voltava-se em cada base, fazia a exportação de um arquivo específico para o EndNote® que continha as informações principais de cada artigo. Feita a exportação, abriam-se os arquivos de cada base no EndNote®, fazia-se a cópia das bases para seus respectivos grupos homônimos, depois copiavam-se todos os artigos para o subgrupo *All*. Após isso, o grupo *Not Repeated*, começou a ser populado. Para fazer a seleção dos artigos não repetidos, voltava-se no grupo *All*, e lia-se o título dos artigos, o seu ano, e em qual conferência que foi apresentado.

Caso existisse artigos com todos os três requisitos citados de forma repetida, apenas um deles era colocado no grupo *Not Repeated*. Caso algum artigo fosse apresentado em conferências diferentes e anos diferentes, todos os artigos eram seleccionados para o grupo *Not Repeated*, e se o mesmo artigo tivesse repetições, mas a sua categoria fosse diferente, como por exemplo, um dos artigos era capítulo de livro e outro era artigo de conferência ou de revista, os dois seriam mantidos no subgrupo *Not Repeated*. Caso algum artigo estivesse na categoria patente, este não seria colocado no subgrupo *Not Repeated*.

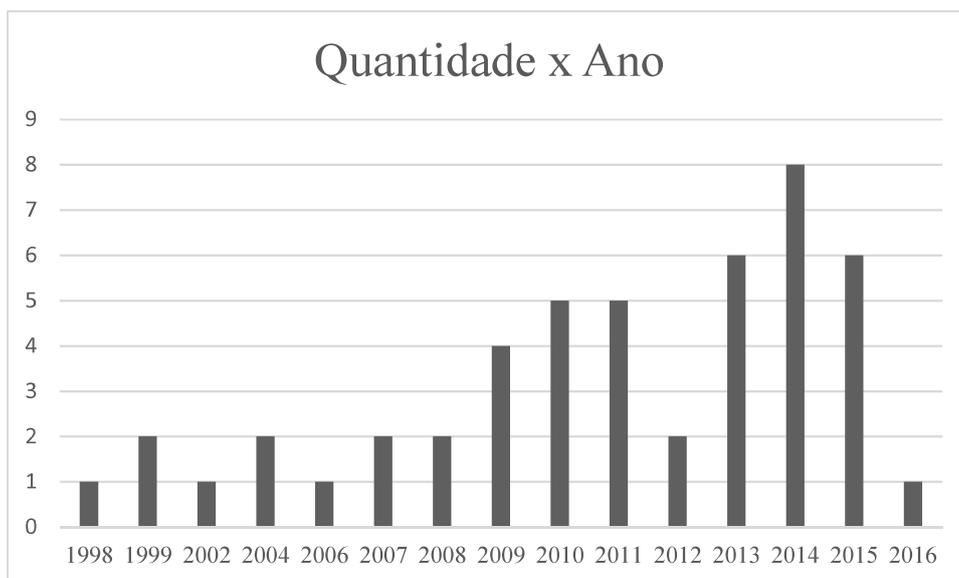
Após a organização dos artigos no software, a busca pelos textos completos foi iniciada. A pesquisa destes artigos foi realizada pelos respectivos nomes dos artigos e nas próprias bases seleccionadas e em *sites* como *Google Acadêmico*, *ResearchGate* e *Academia*. Dos 48 artigos seleccionados, 14 retornaram textos completos na busca, analisando-se estes trabalhos na quarta etapa da pesquisa.

#### **4. Resultados Bibliométricos e Análise**

Através dos procedimentos da pesquisa bibliométrica foram obtidos os seguintes resultados: 19 artigos no subgrupo IEEE; 34 artigos no subgrupo Web of Science; 76 artigos no subgrupo Scopus; 129 artigos no subgrupo *All* (Todos); 85 artigos no subgrupo *Not Repeated* (Não repetido). Já nos subgrupos *Selected Articles* (Artigos Seleccionados) e *Not Selected* (Não seleccionados), 48 e 37 artigos, respectivamente.

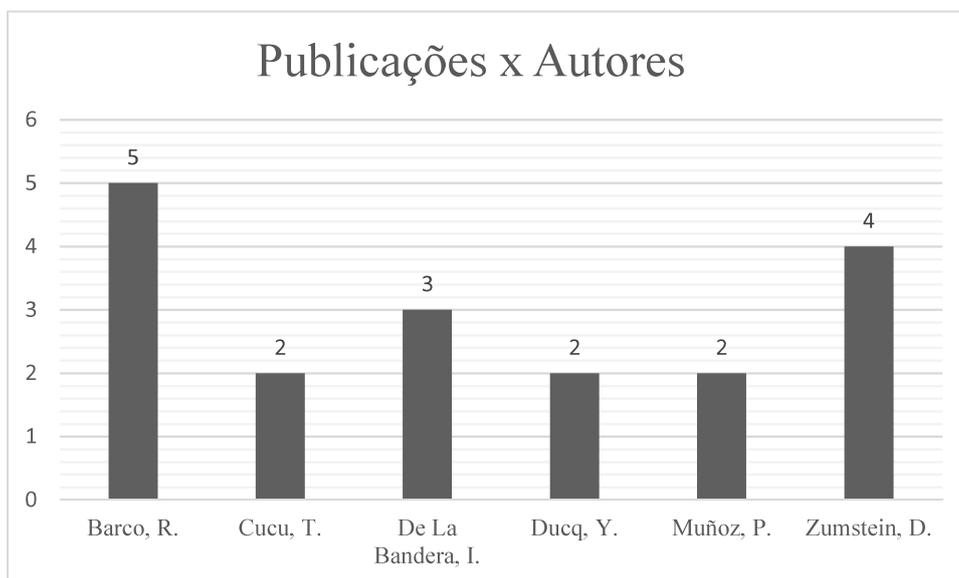
Dos 48 artigos seleccionados, foram extraídos os seguintes dados bibliométricos: quantidade de artigos publicados por ano, os autores mais relevantes (quantidade de artigos escritos), tipo do documento, quais conferencias estes artigos foram apresentados e uma nuvem com as palavras-chave mais citadas.

O Gráfico 1 aponta a distribuição dos 48 artigos seleccionados. Interpreta-se que o interesse dos pesquisadores pelo assunto teve início em 1998, e teve um aumento considerável a partir de 2010 até 2014 quando a produção sobre a temática começou a decair.



**Gráfico 1. Frequência das publicações por ano no período (1998-2016)**

Quanto aos autores dos artigos, percebe-se que Barco, R. ; Zumstein, D. ; e De La Bandera, I. formam o grupo dos que mais desenvolveram artigos sobre a temática, e são seguidos por Ducq, Y. ; Cucu, T. ; Muñoz, P., com dois artigos cada. O Gráfico 2 mostra detalhadamente os dados apontados acima.



**Gráfico 2. Autores com maior frequência de publicação**

Além disso, os artigos foram publicados em 42 conferências ao redor do mundo, sendo eles dispostos de maneiras diferentes, não apenas em forma de artigo, como também capítulos de livros, anais de congressos, artigos de revistas e periódicos, este panorama é mostrado detalhadamente na Tabela 1.

Tabela 1. Tipos de estudos

Tipo do documento	Quantidade
Capítulo de Livro	2
Anais de Congresso	15
Artigos de Jornal	24
Periódico	7
Total de Artigos	48

Por fim, foram reconhecidas 119 palavras-chave associadas aos 48 artigos selecionados. A Figura 1 mostra as palavras-chave mais usadas nos artigos de acordo com sua frequência. As 4 palavras mais usadas foram: *fuzzy logic* (5), *fuzzy control* (2), *mathematical model* (2), *fuzzy logic controller* (2). A palavra-chave *fuzzy logic* aparece com destaque entre as quatro palavras mais citadas e reflete exatamente o ponto principal da pesquisa.

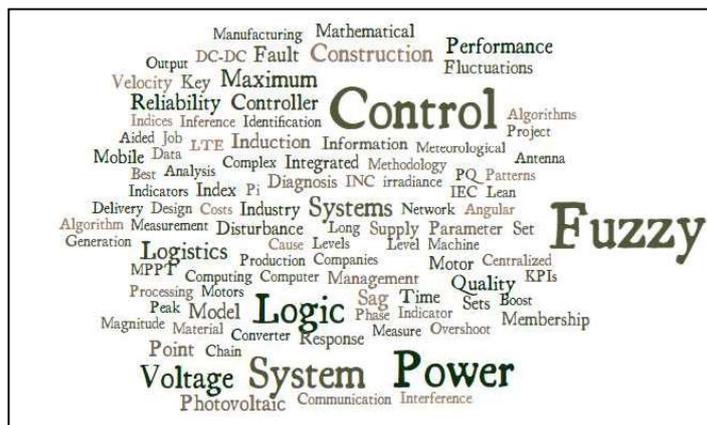


Figura 1. Representação das frequências das palavras-chave

Feita a análise bibliométrica de alguns critérios dos 48 artigos selecionados, iniciou-se então a análise completa dos 14 textos encontrados em meio gratuito. Todos os estudos citam e definem a lógica difusa (*fuzzy logic*), entretanto, nem um deles relaciona as temáticas de indicadores de desempenho e ontologias. Por outro lado, 15 estudos citam o termo *performance indicators*, mas não chegam a explicar o que ele significa.

Zumstein e Kaufmann (2009) e Zumstein (2010) apresentam um estudo sobre análise de dados Web. Mostrando um ponto de vista sobre softwares que realizam o recolhimento/análise de dados, e através deles poder desenvolver uma ferramenta eficiente usando a lógica difusa aliada aos indicadores de performance. Uma das principais justificativas para usar os métodos da lógica difusa foi a possibilidade de que o sistema desenvolvido terá para gerar modelos simples de serem interpretados por humanos.

Tamani, Boukezzoula e Habchi (2010) buscaram desenvolver uma arquitetura hierárquica de controle, visando a melhora do desempenho dos sistemas de fabricação.

Para isso, eles usaram controladores de supervisão compostos por lógica difusa que combinados aos indicadores de desempenho armazenavam a capacidade de produção. Eles reconheceram que a lógica difusa oferece uma boa ferramenta fazendo com que um sistema funcione com regras práticas integrando, assim, o conhecimento humano neste procedimento de controle proposto.

Popescu *et al.* (2009) perceberam que um "autosserviço" de transporte público tem que garantir aos usuários um grau de disponibilidade sem falha para serem atrativos. Então para alcançar este objetivo eles propõem um método híbrido baseado em conceitos resultantes da lógica difusa, podendo assim, modelar as preferências dos clientes para conseguir a utilização máxima das estações. Usando indicadores de performance para testar o método, os autores perceberam que alguns apresentavam vaguidade e para representar isso usaram o que eles chamam de fuzzificação, que representa informações vagas definindo uma função trapezoidal de adesão, o valor indicará o grau de adesão de um dos indicadores.

Muñoz, Laselva, Barco e Mogensen (2014), La Bandera *et al.* (2011), Muñoz, Barco, Ruiz-Avilés, Bandera, Aguilar e Alejandro (2013) e Muñoz, Barco, La Bandera (2014) descrevem que a infraestrutura das redes de celulares deve evoluir por conta da alta demanda por serviços de banda larga móvel. Com isso, eles propõem uma técnica de direção dinâmica do tráfego em redes sem fio multicamadas multi-RAT. Foi descoberto que um algoritmo baseado em regras de lógica difusa modificava os parâmetros. Com este algoritmo eles usavam uma função de ponderação para combinar os indicadores de performance. Além disso, eles reconhecem que o potencial da lógica difusa apresenta-se na capacidade que ela tem em expressar o conhecimento de forma semelhante à percepção e raciocínio humano.

Miroslav (2013) notaram que abordagens matemáticas em relação ao cálculo de avaliação de qualidade dos sistemas que envolvem fatores humanos não refletem de maneira significativa uma característica dos dados processados (indicadores de performance). Para a retirada de imprecisão destes indicadores foram usadas funções matemáticas baseadas na teoria do conjunto da lógica difusa.

Lemos, Ebecken e Evsukoff (2004) analisaram que houve uma grande mudança na telecomunicação brasileira por conta da criação da ANATEL - Agencia Nacional de Telecomunicações, que criou o compromisso de manter a qualidade dos serviços prestados pelas companhias. Para isso, ela começou a receber indicadores de performance relacionados ao desempenho das empresas mensalmente, com isso ela manteve padrões específicos relacionados a qualidade e buscou analisá-los através da lógica difusa. A análise iniciava no clássico conceito de conjunto da lógica difusa, fazendo o uso de uma função triangular, o diagnóstico dos indicadores relacionava alguns aspectos da análise, sendo ela dividida em três aspectos: o tradicional, o difuso e a análise de possibilidade difusa.

Igarashi, Leandro, Oliveira e Leite (2014) apresentaram em seu trabalho um novo método para geração de alertas de raios usando lógica difusa. O método usa indicadores de performance relacionados a lógica difusa, os autores justificaram o uso da lógica difusa por ela ser uma ferramenta matemática que permite fazer a avaliação de índices ou indicadores que apresentam algumas incertezas, e através dela poder gerar gráficos com dados necessários para a pesquisa.

Chang, Liu, Ren e Shan (1999) propõem um controlador difuso/neural de gerenciamento para o sistema celular DS-CDMA/FRMA. Este controlador adota as técnicas e funções de lógica difusa e internet neural para regular a probabilidade de permissão de transmissão da contenção de usuários.

Serna, Jaimes e Cortes (2010) apresentam um trabalho sobre sistemas de indicadores de desempenho para cadeias de fornecimento sob incerteza. Eles estudam de que forma o princípio do modelo lógico da lógica difusa pode ajudar a medir a performance das redes de fornecimento diante de incertezas vindas do meio ambiente.

Al-Shayji, Lababidi, Al-Rushoud e Al-Adwani (2008) tinham como principal objetivo desenvolver indicadores de meio ambiente para quantificar a performance das empresas nessa área. Como eles apresentam a lógica difusa foi usada por prover uma ferramenta para a modelagem de certas incertezas associadas à vaguidade, imprecisão e/ou falta de informação. Para fazer a medição dos indicadores de performance eles usaram a função do conjunto da lógica difusa.

Em suma, os artigos citados apresentaram uma visão mais voltada ao uso da função matemática da lógica difusa para a minimização da vaguidade e imprecisão já notados nos indicadores de performance. Apesar de não citar a ontologia, estes artigos foram selecionados por explicar o motivo do uso da lógica difusa e por citar indicadores de performance, que constavam como termos na *string* principal de busca da pesquisa.

## 5. Considerações Finais

Este trabalho buscou selecionar estudos acadêmico-científicos que relacionam os indicadores de performance a ontologia e a lógica difusa, fazendo uma análise/leitura profunda dos estudos selecionados, buscando apurar os conceitos trabalhados pelos autores e as propostas de articulação destes constructos com a temática das ontologias para a solução do problema proposto.

Realizou-se uma pesquisa bibliométrica para o mapeamento das publicações nesta temática, recuperando 129 artigos, sendo 19 deles na base IEEE, 34 na WoS e 76 na base Scopus. Selecionou-se 48 estudos para análise preliminar a partir dos critérios especificados, analisando-se 14 textos completos.

Fica evidente, após análise bibliométrica dos trabalhos selecionados, que a lógica difusa tem recebido ainda a atenção dos pesquisadores enquanto alternativa viável para a minimização de incerteza e imprecisão, entretanto, a ontologia, enquanto tecnologia semântica capaz de proporcionar significação aos indicadores de desempenho, tem sido pouco empregada, constituindo-se grande campo de pesquisa a ser explorado por estudos futuros.

A contribuição deste estudo está justamente relacionada ao mapeamento bibliométrico da área de estudo, demonstrando as pesquisas que procuram relacionar a lógica difusa e ontologia para a representação semântica de indicadores de desempenho e evidenciando a lacuna de pesquisa nesta área.

## Referências

Ali, Y.M. e Zhang, L. (2001). “A methodology for fuzzy modeling of engineering systems. Fuzzy Sets and Systems, 118”, pages 181-197.

- Al-Shayji, K.; Lababidi, H. M. S.; Al-Rushoud, D.; Al-Adwani, H. (2008). "Development of a Fuzzy Air Quality Performance Indicator", 26 p.
- Araújo, C. A. (2006). "Bibliometria: evolução, história e questões atuais. Em Questão, Porto Alegre", p. 11-32, v. 12, n. 1.
- Bobillo, F.; Delgado, M.; Gómez-Romero, J.; López, E. (2009). "A Semantic Fuzzy Expert System for a Fuzzy Balanced Scorecard". p. 423–433, Expert Systems Application, Louisiana, USA, v. 36, n. 1.
- Borst, W. N. "Construction of engineering ontologies for Knowledge sharing and reuse". (1997). 243 p. Tese (Doutorado em Telemática e Tecnologia da Informação) - Universidade de Twente, Enschede, Holanda.
- Botzenhardt, A.; Maedche, A. (2010). "Towards a performance measurement reference model for software product management". p. 26-29, In: Software Product Management (IWSPM), Sydney. Proceedings... Sydney: IEEE.
- Bufrem, L.; Prates, Y. (2005). "O saber científico registrado e as práticas de mensuração da informação", p. 9-25, v. 34, n. 2.
- Chang, Chung-ju; Liu, Terng-yuan; Ren, Fong-ching; Shen, S. (1999). "Fuzzy/Neural Congestion Control for DS-CDMA/FRMA Cellular Systems". 6 p.
- Dillon, T. S.; Simmons, G. (2008). "Semantic Web Support for Open-Source Software Development". p. 606-613, In: Signal Image Technology and Internet Based Systems, Bali. Proceedings... Piscataway, NJ, USA: IEEE.
- Fonseca, E. N. (1986). "Bibliometria: teoria e prática". São Paulo: Cultrix.
- Freitas Junior, Vanderlei; Gonçalves, Alexandre Leopoldo. (2015). "Medidas De Desempenho E Ontologias: Um Estudo Bibliométrico Para Identificação Do Uso De Ontologias Para O Suporte Dos Processos De Medidas De Desempenho". 15 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia do Conhecimento, UFPB, João Pessoa.
- Gómez-Pérez, A. (1999). "Ontological engineering: a state of the art. British Computer Society", p. 33 – 43, Londres, Inglaterra, v. 2.
- Gruber, T. R. (1993). "A Translation Approach to Portable Ontology Specification". p. 1111-1133, Knowledge Acquisition, v. 52, n. 6.
- Guarino, N. (1998). "Formal ontology and information systems". p. 3-15, In: International Conference on Formal Ontology in Information Systems - FOIS'98, Trento, Itália. Proceedings... Amsterdam: IOS Press.
- Igarashi, Adriel Y. S.; Leandro, Gideon V.; Oliveira, Gustavo H. C.; Leite, Eduardo A. (2014). "Genetic Algorithms Optimized Fuzzy Logic Control to Support the Generation of Lightning Warnings". 15 p.
- La Bandera, I. de; Luna-Ramírez, S.; Barco, R.; Toril, M.; Ruiz, F.; Fernández-Navarro, M. (2011). "Inter-system Cell Reselection Parameter Auto-Tuning in a Joint- RRM Scenario". 7 p.

- Lemos, C. A. A.; Ebecken, N. F. F.; Evsukoff, A. G. (2004). "Analysis of service quality indicators in telecommunications using control statistical methods and fuzzy logic". 11 p.
- Macedo-Soares, T. Diana L. A.; Ratton, Cláudio A. (1999). "Medição de Desempenho e Estratégias Orientadas para o Cliente". p. 46-59, RAE - Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 39, n. 4, out./dez.
- Matheus, C. P. (2012). "Medição de desempenho em auditoria interna: um estudo empírico". 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.
- Mccomb, D. (2004). "Semantics in Business Systems: the savvy manager's guide. The discipline underlying web services, business rules and the semantic web". San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- Michal, M.; Miroslav, P. (2013). "Fuzzy Approaches Applied into Balanced Scorecard Customer Perspective". 9 p.
- Muñoz, P.; Laselva, D.; Barco, R.; P. Mogensen. (2014). "Dynamic traffic steering based on fuzzy QLearning approach in a multi-RAT multilayer wireless network". 18 p.
- Muñoz, P.; Barco, R.; Ruiz-Avilés, J. M.; Bandera, I. de la; Aguilar, Alejandro. (2013). "Fuzzy Rule-Based Reinforcement Learning for Load Balancing Techniques in Enterprise LTE Femtocells". 13 p.
- Muñoz, P.; Barco, R.; La Bandera, I. de. (2014). "Load balancing and handover joint optimization in LTE networks using Fuzzy Logic and Reinforcement Learning". 15 p.
- Neely, A.; Gregory, M.; Platts, K. (1995). "Performance measurement system design: A literature review and research agenda". p. 1228–1263, International Journal of Operations & Production Management v. 25.
- Nurmi, A.; Moyaux, T.; Botta-Genoulaz, V. (2010). "Towards Semantic Performance Measurement Systems for Supply Chain Management". p.239-248, In: Meersman, R.; Dillon, T., et al (Ed.). On the Move to Meaningful Internet Systems: Otm 2010 Workshops. Berlin: Springer-Verlag, v. 6428. (Lecture Notes in Computer Science).
- Popescu, C.; Cucu, T.; Ion, L.; Y. Ducq; Augustin M. (2009). "Improvement's methodology, under uncertainty, of the management of a public transportation service". 10 p.
- Serna, Martín Darío Arango; Jaimes, Wilson Adarme; Cortes, Julián Andrés Zapata. (2010). "Gestión Cadena De Abastecimento - Logística Con Indicadores Bajo Incertidumbre, Caso Aplicado Sector Panificador Palmira". 20 p.
- Tamani, Karim; Boukezzoula, Reda; Habchi, Georges. (2010). "Supervisory-based capacity allocation control for manufacturing systems". 28 p.
- Vergara, S. C. (2003). "Projetos e relatórios de pesquisa em administração". São Paulo: Atlas.
- Vilela, R. M.; Oliveira, M. J. (2004). "Option pricing with fractional volatility". Quantitative Finance Papers.
- Revista Tecnologia da Informação e Comunicação: Teoria e Prática. Vol.1 n.1, 2017

Zumstein, Darius. (2010). “Web Analytics: Analysing, Classifying and Describing Web Metrics with Fuzzy Logic”. 9 p.

Zumstein, Darius; Kaufmann, Michael. (2009). “A Fuzzy Web Analytics Model For Web Mining”. 8 p.