

Comunicação Oral

## UM MODELO PARA SELEÇÃO DE FORNECEDORES BASEADO EM LÓGICA DIFUSA

Renata Maria Abrantes Baracho - PPGCI / UFMG  
Amarildo Martins de Magalhães - PPGCI / UFMG

### Resumo

A motivação para o desenvolvimento dessa pesquisa foi a necessidade do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) em selecionar fornecedores com critérios diferentes dos disponíveis no Sistema de Cadastramento Unificado de Fornecedores (SICAF), Sistema Integrado de Administração de Serviços Gerais (SIASG net) da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação (SLTI) do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Atualmente a seleção de fornecedores ocorre através de filtros obrigatórios e palavra-chave no SICAF, limitando as opções de pesquisa do usuário. É necessário apresentar pesquisas e soluções para que otimizem esse processo. Optou-se por desenvolver uma pesquisa baseada no modelo de lógica difusa considerada um dos modelos clássicos de recuperação da informação. Após a criação do modelo difuso, desenvolveu-se um protótipo de um sistema de recuperação de informação para tomada de decisão. O sistema recupera informações dos fornecedores estabelecendo um ranking de acordo com a avaliação obtida por meio da aplicação do método difuso. Após validação no IFMG, o resultado mostra-se eficiente com o uso de lógica difusa para ambientes de tomada de decisão com grau elevado de incerteza sobre os critérios e suas pertinências.

**Palavras-chave:** Recuperação da informação. Arquitetura da informação. Gestão da informação. Sistemas de informação. Lógica difusa.

## A MODEL FOR SUPPLIER SELECTION BASED ON FUZZY LOGIC

### Abstract

The motivation for the development of this research was the need of the Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) to select suppliers with different criteria on the Unified Registration System Suppliers (SICAF), Integrated General Services Administration (SIASG net) of Department of Logistics and Information Technology (SLTI) of the Ministry of Planning, Budget and Management. Currently the selection of suppliers occurs through mandatory filters and keyword in SICAF, limiting the user search system. It is necessary to present research and solutions to optimize the process. We chose to develop a research model based on fuzzy logic considered one of the classic models of information retrieval. After the creation of the fuzzy model, we developed a prototype system for information retrieval to decision making. The system retrieves information suppliers by establishing a ranking according to the evaluation obtained by applying the fuzzy method. After the IFMG's validation, the result proves efficient with the use of fuzzy logic for decision-making environments with high degree of uncertainty about the criteria and their pertinence.

**Keywords:** Information retrieval. Information architecture. Information management. Information systems. Fuzzy logic.

## 1 INTRODUÇÃO

A globalização aliada ao processo de inclusão digital e desenvolvimento tecnológico das organizações promove um cenário complexo no gerenciamento de dados e informações. Esse cenário dinâmico, em conjunto com a subjetividade e incerteza inerente aos processos decisórios no setor de compras da empresa, requer instrumentos que proporcionem ao indivíduo (comprador) meios eficientes e atualizados para escolher os melhores fornecedores de determinado serviço ou produto. Fornecedores apropriados reduzem custos de compra, diminuem tempo de produção, aumentam satisfação dos consumidores e fortalecem a competitividade (ARIKAN, 2012). As mudanças constantes no processo de compras caracterizam um ambiente com alto nível de incerteza na tomada de decisão. Nas organizações, geralmente os indivíduos tomam decisões buscando a alternativa satisfatória e não a melhor alternativa. (CHOO, 2006, p. 276).

Na iniciativa pública, dados e informações sobre fornecedores são geridos no Sistema de Cadastro de Fornecedores (SICAF). O Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) utiliza o SICAF para buscar fornecedores para suas cotações. Conforme orientação da Corregedoria Geral da União (CGU), em cada processo de compra, é necessário realizar uma cotação em busca do *preço de mercado* do produto ou serviço antes de iniciar a licitação através do sistema Comprasnet. Na busca dos fornecedores para determinada solução, os usuários do SICAF encontram limitações nos critérios de pesquisa, *o sistema somente possibilita a consulta por palavras-chave respeitando campos obrigatórios, não sendo possível a criação de critérios diferentes para otimizar a busca do usuário.* O IFMG necessita de um mecanismo mais eficiente e inteligente de busca que possibilite a utilização de critérios específicos para a avaliação dos melhores fornecedores para determinada solução.

O objetivo dessa pesquisa consiste no desenvolvimento de um modelo de tomada de decisão utilizando lógica difusa para avaliar os critérios específicos de recuperação da informação (fornecedores) do IFMG. A utilização da lógica difusa é considerada um dos modelos clássicos de recuperação da informação na classificação de Baez-Yates e Ribeiro-Neto, 1999. São definidos critérios para seleção de fornecedores, tais critérios são as variáveis lingüísticas constituindo *um modelo difuso para tomada de decisão*, ou seja, a escolha do fornecedor mais adequado a determinada solução. Os critérios utilizados nessa pesquisa são **distância** (*logística*) e **relevância** (*aderência da linha de fornecimento*) da busca do usuário.

A partir do modelo desenvolveu-se um protótipo de um Sistema Apoio à Decisão (SAD)<sup>1</sup> chamado ForFuzzy que foi validado junto à equipe de compras do IFMG. Os usuários do setor de compras utilizaram a ferramenta por algumas semanas e obtiveram resultados melhores comparado ao SICAF.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

Informação e Conhecimento possuem múltiplas definições nas diferentes áreas do saber, podem ser utilizados de diferentes maneiras e em cenários distintos. Nessa pesquisa, utiliza-se o conceito de Cornelius (2002, p. 394), em que, a informação alimenta e altera a estrutura de conhecimento em um receptor.

Os três usos da informação propostos por Buckland (1989) consolidam o principal ativo das empresas, o conhecimento. Buckland (1989) categoriza três tipos de uso da informação: Informação como processo, Informação como conhecimento e Informação como coisa. A informação, através de sua natureza interdisciplinar, possibilita visualizar o contexto informacional dentro das empresas sobre perspectivas pragmáticas e sociais. Saracevic (1991) afirma que problemas complexos demandam enfoques interdisciplinares e soluções multidisciplinares. Os recursos metodológicos da Ciência da Informação, provenientes de diferentes áreas do conhecimento, oferecem recursos substanciais e relevantes aos gestores do conhecimento nas organizações.

A utilização da informação correta no tempo certo é um diferencial significativo e proporciona à empresa vantagem competitiva, ou seja, a Gestão da Informação e do Conhecimento (GIC) é objeto inerente a eficiência organizacional. Davenport, (1998, p. 173), afirma que o gerenciamento da informação deve ser assumido pela organização como um processo interfuncional, dinâmico e em constante evolução, o qual deve ser atribuído a um gestor de processo. O conhecimento, classificado como tácito (residente na mente das pessoas, difícil de ser estruturado e transmitido) e explícito (formalizado, documentos, arquivos, processos) está presente nas pessoas, processos e rotinas de uma empresa, (CHOO, 2006, p. 37). Segundo Davenport, (1998, p. 175), a gestão da informação permeia as quatro etapas da gestão do conhecimento, que incluem determinação das exigências, obtenção, distribuição e utilização. As organizações que conseguem converter conhecimento tácito em explícito através de modelos e ferramentas para aplicação sistêmica atingem alto nível de competitividade.

---

<sup>1</sup>Sistema Apoio à Decisão (SAD) : Sistemas de apoio à decisão são frequentemente propostos como uma solução para superar as dificuldades e complexidades envolvidas no processo decisório. (ERDEM, GOÇEN, 2011).

De acordo com Detlor (2009) , gerir a informação diz respeito ao controle sobre como a informação é criada, adquirida, organizada, armazenada, distribuída e utilizada como um meio de promover o acesso à informação e à utilização por pessoas e organizações.

O processo de gestão da informação e do conhecimento propicia elementos para auxiliar a tomada de decisão. Barcenas e Huertas (2012) afirmam que a tomada de decisão requer aos indivíduos a possibilidade de ter e compartilhar o conhecimento de uma forma inteligente. A gestão do conhecimento busca definir estratégias na obtenção e uso da informação no processo decisório.

Com o crescimento das redes, Internet e o volume de informação, torna-se importante definir a estruturação para recuperação da informação. Nesse contexto, a arquitetura da informação fornece o arcabouço através de um modelo metodológico e funcional para dar suporte à tomada de decisão, de acordo com Lima-Marques e Macedo (2006). Esses autores conceituam arquitetura da informação como uma metodologia para estruturação de sistemas de informação aplicada ao ambiente informacional, sendo esse compreendido como espaço que integra contexto, conteúdo e usuário. Os sistemas de informação devem estar amparados pela arquitetura da informação. Obtém-se um melhor resultado quando a arquitetura da informação na empresa é integrada aos processos de negócios, Davenport (1998, p. 201). Os gestores do negócio são clientes dos arquitetos da informação, os especialistas detentores do conhecimento, ativo fundamental da empresa, atuam como fornecedores no processo de estruturação da arquitetura. As atividades relacionadas a arquitetura da informação envolvem a investigação, análise, desenho e implementação, Lima-Marques e Macedo (2006). Brancheau et al. (1989) relatam três fases para desenvolver a arquitetura da informação empresarial: Primeiro, definir e identificar as funções básicas do negócio, segundo, a estrutura atual da organização precisa ser mapeada em virtude das funções, terceiro, informações sobre aplicações ou sistemas de informação existentes precisam ser mapeadas. Nessa análise, podemos identificar a tomada de decisão no contexto de uso e aplicação da informação fonte de inteligência competitiva ou através da medição e avaliação, utilizando a análise de indicadores de resultados para acompanhamento.

As organizações podem mudar o ambiente do indivíduo para tomada de decisão, sendo tarefa da organização criar mecanismos que possibilitem ao indivíduo se aproximar mais de sua racionalidade nas decisões (CHOO, 2006, p. 41,42).

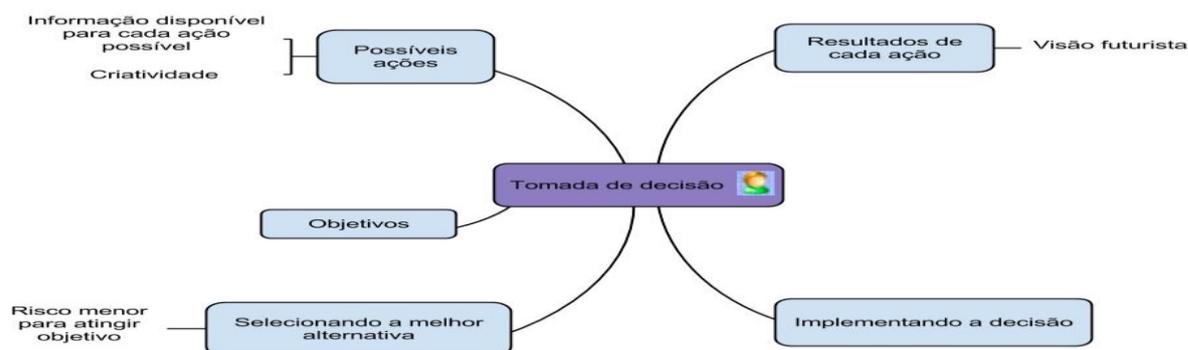
Existem domínios de aplicação nos quais a imprecisão é parte inerente ao problema analisado. Choo, 2006, p. 276, aponta que o processo decisório é caracterizado pela vaguidade, ambiguidade, conflito sobre os objetivos e incerteza técnica. A imprecisão pode

surgir por uma série de razões: falta de informação, informação incompleta, informação impossível de obter e ignorância parcial (WU e CHANG, 2008). A classificação dos diferentes tipos de imprecisão e seus possíveis tratamentos é um tema atualmente desenvolvido por diversas disciplinas, como a ciência da informação e a lógica (NICOLETTI et. al;1997 *apud* BRAÑA, 2008). A disparidade entre a certeza e a incerteza no processo decisório é imensurável e às vezes passa despercebida pelo sujeito. Nas organizações, geralmente os indivíduos *tomam decisões buscando a alternativa satisfatória e não a melhor alternativa*. As implicações da racionalidade limitada do indivíduo em face a complexidade dos problemas organizacionais passíveis de solução, requer uma simplificação do processo decisório por parte da empresa. Esse trabalho se encaixa no *modelo racional de tomada de decisão*, proposto por Choo, o qual utiliza avaliação/monitoramento do desempenho para simplificar o processo decisório.

Existem basicamente dois tipos de tomada de decisão, um usando único critério e outro usando múltiplos critérios. O primeiro envolve a concepção da própria ação, a fim de resolver um determinado problema individualmente. O segundo implica na consideração de diferentes pontos de vista como critérios (BÁRCENAS, HUERTAS, 2012). A tomada de decisão multicritério visa encontrar uma solução para um problema específico, tendo como base um objetivo e considerando um conjunto finito ou não de alternativas possíveis. Muitas vezes os critérios são contraditórios, mas precisam ser levados em consideração para a tomada de decisão. O desenvolvimento de sistemas especialistas para apoio à tomada de decisão tornou-se essencial nos processos multicritérios.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra o processo de tomada de decisão multicritério do indivíduo.

**Figura 1 – Processo de decisão do indivíduo**



Fonte Adaptada: Rodriguez-Barcenas e López-Huertas (2012, p. 1456)

Os sistemas especialistas ou inteligentes são conceituados dentro da área da Ciência da Informação no campo da ciência cognitiva e na área da Ciência da Computação, no campo da Inteligência Artificial. Os sistemas especialistas ou sistemas inteligentes contextualizados no âmbito da inteligência artificial ou ciência cognitiva são caracterizados como Inteligência Artificial (IA) fraca, que concentra no conjunto de técnicas de programação que fazem o computador executar rotinas lógicas para inferência. Em uma discussão mais filosófica, a Inteligência Artificial forte seria definida como um tipo de epistemologia experimental: o que é o conhecimento? Como pode o conhecimento ser representado no computador – ou na mente? É possível as máquinas pensarem? (SARACEVIC, 1996, p. 52). Saracevic certamente leva em consideração os primórdios da questão, proposta por Turing em 1950, quando escreveu o artigo “*Mecanismo de Computação e Inteligência*”.

Os estudos nessa área apresentam avanços limitados, não pela capacidade técnica de desenvolvimento científico na área de ciência da computação, mas sim, pela dificuldade de análise com relação do cérebro e suas conexões. Os sistemas especialistas, no contexto da IA fraca, não buscam substituir o conhecimento humano e sim complementar, provendo um sistema de avaliação/monitoramento dentro de um modelo de tomada de decisão racional, torna o indivíduo apto fazer escolhas de forma invariável, imparcial ao seu conhecimento e estado emocional, crenças e aspectos culturais. Alguns sistemas especialistas são: *Redes Neurais*, *Raciocínio Baseado em Casos*, *Repositórios do Conhecimento e Lógica difusa*, *Redes Bayesianas*. Esse trabalho desenvolve um protótipo de um sistema especialista baseado em lógica difusa para recuperação da informação e redução da incerteza no processo decisório.

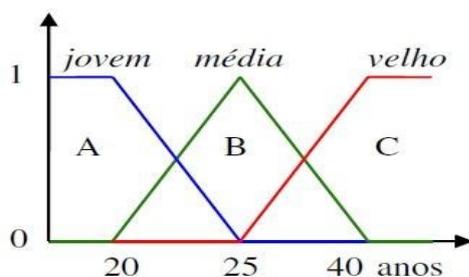
Embora as organizações tenham implementado sistemas técnicos em ramos estreitos do conhecimento, os seres humanos não foram superados como provedores do conhecimento. O campo da engenharia do conhecimento prospera em algumas áreas, porém jamais decolou num sentido mais geral. (DAVENPORT; PRUSAK, 1998, p. 155, tradução nossa).

Os sistemas especialistas baseados em lógica difusa possuem a habilidade de extrair conclusões e gerar respostas baseadas em informações vagas, ambíguas, qualitativas, incompletas ou imprecisas. A Lógica *fuzzy*, lógica nebulosa ou lógica difusa é uma extensão da lógica booleana que admite valores diferentes de zero (0) ou um (1). A lógica difusa é muito utilizada em conceitos estatísticos para geração de inferência e é intuitivamente fácil de ser usada para expressar avaliação de critérios qualitativos para os tomadores de decisão

(PANG; BAI, 2011). O comportamento difuso simula o raciocínio que o especialista utiliza para inferir as regras, baseadas nas informações que ele já conhece (TANSCHHEIT, 2008).

A lógica difusa permite a aplicação de variáveis linguísticas que são na realidade conjuntos difusos, elas representam o objeto do estudo de uma maneira sistêmica através de termos mais compreensíveis pelo ser humano, por exemplo: importante, muito importante, pouca importância. A lógica difusa expressa o conceito de verdade parcial, de maneira que possa determinar valores entre o limite totalmente verdadeiro (1) e totalmente falso (0) (BRAÑA, 2008). **A Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra a variável linguística idade com os termos (jovem, média, velho), considerados conjuntos difusos. Podemos dizer que um indivíduo de 22 anos é jovem e ao mesmo tempo possui idade média. A proposta da lógica difusa baseia-se na pertinência de cada elemento a um determinado conjunto.

**Figura 2** – Variáveis linguísticas Lógica Difusa



Fonte: Tanscheit (2008, p. 26)

A literatura apresenta um vasto referencial de trabalhos utilizando a lógica difusa no processo decisório. Shin, Hung e Lin (2006), realizam um estudo propondo um modelo e um procedimento para seleção de fornecedores, com base em critérios como: preço, qualidade, entrega, serviço e flexibilidade. Os autores desenvolvem um modelo composto em *Artificial Neural Networks* (ANN<sup>2</sup>) e lógica difusa para inferência de conhecimento para tomada de decisão em processos de compras. Com base no estudo proposto é possível que as decisões tomadas pela equipe de compras possam ser auditadas por administradores e auditores. Ganga e Carpinetti (2011) propõem um modelo para seleção de fornecedores baseado em lógica difusa. Os autores utilizam as métricas (critérios) do *Supply Chain Operations Reference Model* (SCOR) – Modelo de referência de operações do gerenciamento da cadeia de fornecedores para avaliar o desempenho de cada fornecedor no processo de compras. Os autores utilizam o método de inferência da lógica difusa Mamdani em sua integridade. Dados

<sup>2</sup>*Artificial Neural Networks* (ANN): Modelo matemático ou computacional inspirado nos aspectos na biologia neural.

randômicos são usados para simular o modelo. Por fim, os autores concluem que o modelo foi considerado bem consistente para o propósito e ajuda gestores na tomada de decisão do processo de gerenciamento de fornecedores.

### **3 PROCESSO DE COMPRAS – INSTITUIÇÕES PÚBLICAS**

Na década de 1990, com o desenvolvimento e popularização da tecnologia, um movimento foi decisivo para o aprimoramento dos serviços executados pelo governo brasileiro. O movimento de criação do governo eletrônico e-governo no Brasil, começou a oferecer serviços e o acesso a informações aos diferentes atores da sociedade civil, principalmente através ferramentas baseadas na Internet com o intuito de tornar o serviço público mais transparente e aumentar o engajamento dos cidadãos nas ações governamentais (ALVES e SOUZA, 2010). O processo de compras públicas é regulamentado pela Lei Nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a qual estabelece normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertinentes a obras e serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações e locações no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Com a expansão do uso de serviços na Internet, o governo lançou o portal Comprasnet com o objetivo de simplificar e tornar transparente o processo de compras públicas.

#### **3.1 SICAF – SISTEMA DE CADASTRO DE FORNECEDORES**

O Sistema de Cadastro de Fornecedores (SICAF) é o sistema do governo mantido pelo Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro) que mantém os dados atualizados de todos os fornecedores que participam de licitações no sistema Comprasnet. O sistema está disponível para que qualquer fornecedor pessoa física ou jurídica do Brasil possa se cadastrar e participar dos processos de compra do governo. Cada órgão público possui acesso ao SICAF. O fator complicador é que o SICAF não dispõe de interface para recuperação de fornecedores por palavras-chave do produto ou serviço desejado.

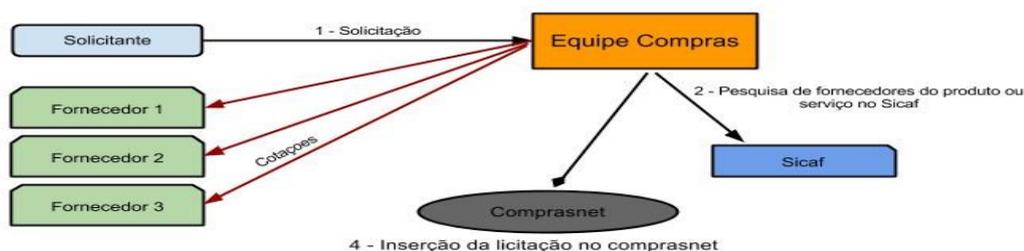
A pesquisa de fornecedores no SICAF deve obrigatoriamente informar o tipo de pessoa (física ou jurídica), o estado onde deseja filtrar os fornecedores e as linhas de fornecimento. Dessa forma, se o usuário deseja encontrar todos os fornecedores do Brasil que trabalham com “Segurança da Informação”, por exemplo, ele deveria fazer 27 pesquisas para os 26 estados mais Distrito Federal e incluir manualmente todas as linhas de fornecimento que contenha serviços relacionados à pesquisa. A ordem de exibição dos resultados é alfabética e o critério distância não é considerado. Apesar do SICAF não possuir eficientes meios de pesquisa, ele dispõe de uma ApplicationProgram Interface (API) – Interface de programação

de aplicativos, que possibilita acesso aos dados do cadastro dos fornecedores através de webservices. A iniciativa de abertura do acesso aos dados faz parte do movimento de Dados Abertos que surgiu como uma demanda social para aumentar a transparência, a colaboração e a participação dos cidadãos nas políticas e ações do governo (ALVES; SOUZA, 2010). Através do recurso de Dados Abertos é possível criar aplicações que se integrem e usem os dados do governo.

### 3.2 PROCESSO DE COMPRAS IFMG

No IFMG, o processo inicia-se pela requisição oriunda do setor que deseja adquirir um serviço ou produto. Quando o setor de compras recebe a solicitação de compra, dá-se início a fase de cotação de preços. Antes que o produto ou serviço possa ser inserido no Comprasnet, é necessário realizar três cotações preferencialmente junto a fornecedores cadastrados no SICAF, o objetivo é apurar o preço médio do produto ou serviço para inserção no processo de licitação no Comprasnet. A Corregedoria Geral da União (CGU) indica três fornecedores como número mínimo a ser cotado, porém esse número pode ser maior a critério do comprador. A escolha destes fornecedores fica a cargo de cada órgão público. Para o IFMG, o critério distância é considerado importante na seleção dos fornecedores, pois segundo os especialistas de compras, tal critério é um provável facilitador da compra, quanto mais próximo o fornecedor, maior a possibilidade de uma entrega rápida. Quando o processo é efetivado na modalidade dispensa de licitação, a busca dos fornecedores é ainda mais importante, pois, o primeiro colocado poderá ser o vencedor da licitação e a compra é realizada de maneira direta. **A Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra o diagrama do processo de compras do IFMG.

**Figura 3–** Diagrama Processo de Compras IFMG



Fonte: Elaborado pelos autores

## 4 METODOLOGIA

Diante da dificuldade em localizar os fornecedores de determinada solução mediante aos critérios de seleção do IFMG e a impossibilidade em inserir critérios específicos para a busca de fornecedores no SICAF, concluiu-se que seria necessário realizar o desenvolvimento de um modelo baseado em lógica difusa para tomada de decisão, aplicado a um Sistema de Apoio à Decisão (ForFuzzy) seguido do estudo de caso através de uma validação no IFMG.

**A partir das considerações sobre pesquisa científica de Lakatos e Marconi (1991), a presente pesquisa é classificada em sua natureza como Aplicada, por gerar resultados de aplicação prática nas organizações e com base no problema como Qualitativa, tendo em vista que o modelo desenvolvimento não pode ser mensurado quantitativamente e utiliza critérios de qualidade para inferência no processo decisório.**

#### **4.1 APURAÇÃO DE CRITÉRIOS**

Os dois critérios escolhidos para validação do modelo no IFMG foram distância e relevância da busca. Esses critérios são utilizados como valores de entrada da lógica difusa e o resultado final (avaliação do fornecedor) é com base nessa entrada.

##### **4.1.1 CÁLCULO DE DISTÂNCIA BASEADA NA POSIÇÃO GEOGRÁFICA**

No cadastro do fornecedor no SICAF constam as coordenadas geográficas referentes ao endereço do fornecedor. Para o cálculo da distância, utiliza-se como origem o endereço informado pelo usuário no ForFuzzy e como destino, utiliza o endereço do fornecedor. Foi criada uma função no ForFuzzy utilizando a API do Google Maps para buscar automaticamente as coordenadas de cada fornecedor de acordo com o seu endereço. O ForFuzzy possui um parâmetro para selecionar se o usuário deseja realizar o cálculo da distância pelo Google Maps ou não. O Google calcula a distância da maneira correta, ou seja, considerando o mapa rodoviário brasileiro, porém foi identificado que o Google Maps possui uma limitação de 2500 consultas por dia, assim para que o cálculo pudesse ser realizado mesmo em caso de indisponibilidade do Google, foi utilizada a função de Haversine<sup>3</sup>, que é uma fórmula usada da trigonometria aplicada para navegação para calcular a altitude celestial de um corpo e apurar a posição de um navio ou avião (ROBUSTO, 1957).

##### **4.1.2 CÁLCULO RELEVÂNCIA DA BUSCA**

Cada fornecedor possui em seu cadastro as linhas de atuação, ou seja, em quais ramos

---

<sup>3</sup>**Haversine:** Função para cálculo da distância entre dois pontos de uma esfera a partir de suas latitudes e longitudes.

de atividades está inserido e quais são as categorias de produtos e serviços fornecidos, essa informação é armazenada no banco de dados do ForFuzzy. Quando o usuário realiza uma pesquisa por um produto ou serviço, o sistema consulta essa informação no banco de dados para verificar a pertinência do fornecedor com relação à consulta do usuário. O usuário possui um campo para realizar a pesquisa, podem ser inseridos até 50 caracteres.

Para recuperação de informação, o ForFuzzy utiliza duas técnicas para realizar a busca no banco de dados, a primeira, é a técnica de *stop-words*, em que artigos, preposições e conjunções são retirados dos termos digitados pelo usuário. Palavras consideradas não informativas, como (o, a, de, da, em), também conhecidas como *stop-words* são frequentemente ignoradas (SINGHAL, 2001). Outra técnica utilizada é o conceito de *case-insensitive*, que realiza a busca tanto em palavras maiúsculas quanto minúsculas, também são desconsiderados acentos. Outra técnica conhecida é o TF-IDF - frequência do termo inversa, porém não foi utilizada nesse modelo. No TF-IDF é levado em consideração a frequência do termo em um documento e em uma coleção (SINGHAL, 2001). Após aplicar as duas técnicas acima, o sistema cria um vetor com as palavras informadas pelo usuário e realiza a busca de acordo com o ramo de atividade do fornecedor. A busca padrão utiliza o operador *OR* – OU, dessa forma, qualquer fornecedor que contenha alguma das palavras digitadas pelo usuário em seu ramo de atividade é considerado. O usuário pode realizar uma pesquisa exata, para isso é necessário inserir os termos entre aspas, por exemplo, “serviços de engenharia elétrica”.

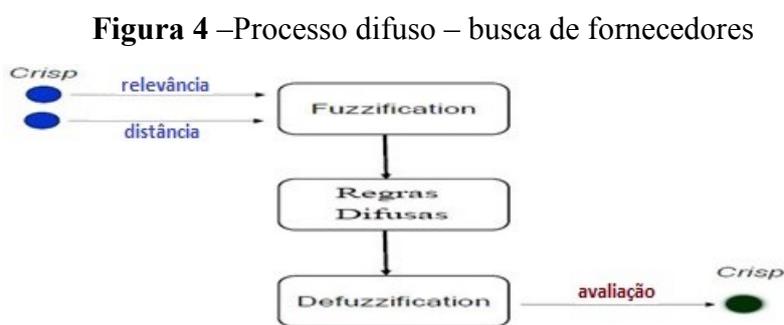
### **4.1.3 PONTUAÇÃO DOS FORNECEDORES**

O fornecedor acumula uma pontuação de 21.23 pontos para cada palavra buscada que existir em seu ramo de atividade. O sistema verifica individualmente as palavras digitadas pelo usuário e pontua o fornecedor com cada palavra encontrada em sua linha de fornecimento. O sistema ainda verifica a expressão completa informada pelo usuário, caso encontre a expressão da maneira idêntica, ele atribui um valor extra: 31.23. Esses valores levam em consideração os intervalos de pertinência da lógica difusa. O ForFuzzy somente considera para o resultado os fornecedores que possuem uma pontuação no critério relevância maior que zero. O cálculo da relevância também considera diminuição de pontuação para fornecedores que fornecem praticamente qualquer tipo de produto ou serviço

### **4.2 MODELO DE EXECUÇÃO LÓGICA DIFUSA**

Os dois critérios assumidos para essa pesquisa (distância e relevância) são variáveis de entrada para o modelo difuso. Para cada variável são atribuídas funções de pertinência em um

processo denominado *Fuzzification* – Fuzzificação, em seguida, as regras difusas são aplicadas, é a etapa de inferência, na qual reside parte da externalização do conhecimento dos especialistas e por último é realizada a etapa de *Defuzzification* – Defuzzificação. O modelo recebe valores reais (crisp), processa as etapas da lógica difusa e como resultado gera novamente outros valores reais (crisp). O modelo utiliza o conceito de *Multiple Input Simple Output* (MISO) - Múltipla entrada e única saída, ou seja, entram as variáveis relevância e distância e resulta a variável avaliação (AMENDOLA; SOUZA; BARROS, 2005). **A Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra o processo da lógica difusa utilizado.



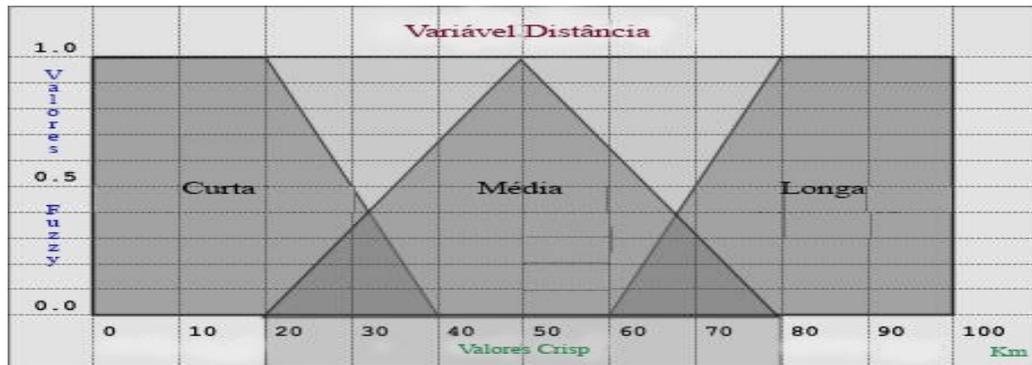
Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4.2.1 FUZZIFICAÇÃO

A fuzzificação é o processo de modelagem matemática dos valores das variáveis de entrada (critérios) através dos conjuntos difusos, ou seja, transformar os valores reais (crisp) em valores linguísticos. A equipe de compras do IFMG participou ativamente dessa fase para construir o modelo de pertinência das variáveis. Para cada variável é necessário definir termos linguísticos e atribuir uma função de pertinência, cada valor de entrada terá um grau de pertinência em cada um dos grupos (AJAYI; ADEROUNMU; SORIYAN, 2009).

A **variável de entrada distância** obteve os termos linguísticos curta, média e longa conforme atribuição dos especialistas. Segundo a equipe de compras, pode haver diferença na maneira como funções de pertinência sobre o critério distância, dessa forma, foi criado no ForFuzzy um mecanismo de escolha da distância, de acordo com a distância escolhida pelo usuário, o sistema altera a escala de função de pertinência. Os valores máximos reais dessa variável linguística podem ser 50, 100, 300, 500 e 1000 quilômetros de distância. **A Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o gráfico de fuzzificação com distância máxima de 100 quilômetros para o cálculo.

**Figura 5** – Funções de pertinência – variável distância

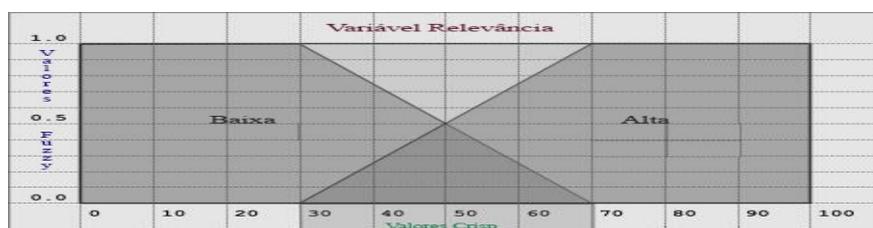


Fonte: Adaptada de Negnevitsky (2005)

Os termos linguísticos Curta, Média e Longa são considerados conjuntos difusos. No gráfico acima, distâncias de até 20 km representam grau de pertinência 1 no conjunto difuso curta, o grau de pertinência nesse conjunto decresce a medida que a distância aumenta. No intervalo entre 20 à 40 km existe uma interseção entre os conjuntos Curta e Média, ou seja, cada valor nesse intervalo pertence aos dois conjuntos. Os formatos mais comumente utilizados para funções de pertinência são os triangulares (trimf), os trapezoidais (trapmf) e os gaussianos (gaussmf), (AMENDOLA; SOUZA; BARROS, 2005). Nesse trabalho devido ao objeto de estudo, as funções de pertinências utilizadas para a variável distância foram sequencialmente Trapezoidal, Triangular e Trapezoidal.

A **variável de entrada relevância** obteve os termos linguísticos (baixa e alta) com uso das funções de pertinência Trapezoidal. A pontuação de cada fornecedor no critério relevância da busca poderá ir até 100 pontos. O usuário poderá entrar com a sua pesquisa através de um campo com 50 caracteres. **A Erro! Fonte de referência não encontrada.6** apresenta o gráfico com as funções de pertinência da variável relevância.

**Figura 6** – Funções de pertinência – variável relevância da busca



Fonte Adaptada:Negnevitsky (2005, p. 93)

A variável de saída avaliação é calculada pelo modelo difuso com base nas entradas, seu resultado pode ser classificado em 5 opções (Ruim, Regular, Boa, Ótima e Excelente), conforme Tabela 1.

**Tabela 1** – Funções de pertinência – variável saída avaliação

<b>Início</b>	<b>Meio</b>	<b>Fim</b>	<b>Avaliação</b>	<b>Função de Pertinência</b>
<b>0</b>	10	20	Ruim	Trapezoidal
<b>20</b>	30	40	Regular	Triangular
<b>40</b>	50	60	Boa	Triangular
<b>60</b>	70	80	Ótima	Triangular
<b>80</b>	90	100	Excelente	Trapezoidal

Fonte: Elaborado pelos autores

#### **4.2.2 BASE DE CONHECIMENTO – INFERÊNCIA**

Nessa etapa, o conhecimento do especialista (tácito) é convertido em explícito definindo as regras de inferência para o modelo difuso. A literatura apresenta dois métodos de inferência, o Mamdani e o Kang-Takgi-Sugeno, a diferença básica entre os dois é o tipo de resposta e o procedimento de fuzzificação, (GANGA; CARPINETTI, 2011). Esse trabalho utiliza o método Mamdani, que inclui características que transformam as variáveis de entrada em conjuntos difusos equivalentes e, posteriormente, as variáveis difusas geradas em variáveis numéricas proporcionais, adequadas para utilização no sistema ForFuzzy (MAMDANI, 1974), Tabela 2.

**Tabela 2** – Regras de inferência utilizando variável relevância como maior peso

<b>Regra</b>	<b>Inferência</b>
Se distância é curta e relevância é alta	Então avaliação é excelente
Se distância é curta e relevância é baixa	Então avaliação é regular
Se distância é média e relevância é alta	Então avaliação é ótima
Se distância é média e relevância é baixa	Então avaliação é regular
Se distância é longa e relevância é alta	Então avaliação boa
Se distância é longa e relevância é baixa	Então avaliação é ruim

Fonte: Elaborado pelos autores

### 4.2.3 DEFUZZIFICAÇÃO

O processo de defuzzificação é a conversão dos valores difusos obtidos com a etapa de inferência em valores crisp (reais) para que possa ser usado no ForFuzzy, ou seja, transformar o resultado qualitativo da variável de saída avaliação em valores quantitativos. Existem diversos métodos de defuzzificação, como: *Mean of Maximum* (MOM) – Média dos Máximos, *Centroid*– Centro da área, *Smallest value of maximum* – Menor valor do máximo e *Largest value of maximum* – Maior valor do máximo (NEGNEVITSKY, 2011). Nesse trabalho, utilizou-se o método Média dos Máximos que consiste em tomar os valores de pertinência máximo no eixo difuso (eixo y) e os valores de pertinência máximo no eixo crisp da avaliação. Para cada valor crisp verifica o valor correspondente no eixo difuso, o resultado final é a média dos máximos dos dois eixos.

### 4.3 PROTÓTIPO SISTEMA FORFUZZY

O Sistema de Apoio à Decisão ForFuzzy foi desenvolvido com o propósito de aplicar o modelo difuso para validação do problema de busca de fornecedores do IFMG. O ForFuzzy foi desenvolvido em linguagem PHP e banco de dados MySQL. O sistema está hospedado no endereço [www.ecot.com.br/forfuzzy/](http://www.ecot.com.br/forfuzzy/) e utiliza o servidor web Apache para atender as requisições. O sistema permite filtro por estado, por fornecedor e por distância. A arquitetura do sistema foi projetada semelhante aos modelos de buscadores web existentes. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.**7 apresenta a tela principal. A base de dados do ForFuzzy é integrada ao SICAF através do Webservice <http://api.comprasnet.gov.br/sicaf/v1/consulta/fornecedores.xml>.

Figura 7 – Tela Principal de Pesquisa do ForFuzzy

The screenshot shows the ForFuzzy search interface. At the top, it says "ForFuzzy - Busca de Fornecedores com lógica difusa". Below this, there are several filter sections:

- Informe a sua localização:** Estado e endereço de origem para cálculo de distância. City: Belo Horizonte, Address: Rua Alessandra Salum Cadar, 201, Latitude: -19.9800463, Longitude: -43.9684532.
- Estado:** Minas Gerais. Filter: "Filtrar somente no estado?" (checked). "Utilizar google para cálculo distância?" (checked). "Se o usuário desejar calcular distância pelo Google" (checked).
- Parâmetros Fuzzy:** "Se o usuário deseja filtrar somente os fornecedores localizados no estado escolhido" (checked). Major Weight: Distância. Distance: Até 50km. "Distância máxima para exibir os fornecedores" (checked).
- Informe a pesquisa:** Fornecedor: for. Produto ou Serviço: tecnologia da informação. "Pesquisa por nome do fornecedor" (checked). "Pesquisa por produto ou serviço oferecido pelo fornecedor" (checked).

At the bottom, there is a table with search results:

Cnpj	Nome	Ramo/Atividade	Localização	Distância(km)	Relevância	Avaliação
00.325.244/0001-44	LIGA SISTEMAS DE INFORMATICA LTDA	SERVICOS DE ESCRITÓRIO, DE APOIO ADMINISTRATIVO E OUTROS SERVIÇOS PRESTADOS ÀS EMPRESAS Informática - Administração e Operação em Processamento de Dados ANTENAS, GUIAS DE ONDA E ITENS CORRELATOS VESTUÁRIO PARA FINS ESPECIAIS Consultoria e Assessoria - Teleinformática Consultoria e Assessoria - Tecnologia Informática - Armazenamento Eletrônico de Relatórios / Dados MATERIAIS DIVERSOS PARA CONSTRUÇÃO SINCRONIZADORES E ANALISADORES Consultoria e Assessoria - Informática Informática - Automação de Escritório Informática - Acompanhamento / Análise Processo INSTRUMENTOS, EQUIPAMENTOS E SUPRIMENTOS MÉDICOS E CIRÚRGICOS PRODUTOS QUÍMICOS Informática - Atualização ( Up Grade ) de Configuração de Equipamento / Programa	Rua Paul Boublier, nº 207 - Belo Horizonte - MG	99999	42,46	10
00.859.752/0001-02	LSE SISTEMAS & SOLUCOES EM INFORMATICA LTDA	ORGANISMOS INTERNACIONAIS E OUTRAS INSTITUIÇÕES EXTRATERRITORIAIS Locação de Computador - Médio / Grande Porte Informática - Locação Equipamentos Treinamento Informática - Operação / Digitação Informática - Estudo e Projeto de Instalações Físicas Informática - Atualização ( Up Grade ) de Configuração de Equipamento / Programa Treinamento Informáticos - Sistema / Software Locação de computadores / Periféricos Informática - Projeto Rede Dados Consultoria e Assessoria - Informática Consultoria e Assessoria - Processamento Eletrônico de Documentos Consultoria e Assessoria - Negócios Serviço Educacional - Básico / Fundamental / Médio Consultoria e Assessoria - Telecomunicação Consultoria e Assessoria - Certificação GRUPO DE DISPOSITIVOS FUNCIONANDO COMO UM SISTEMA Cirurgia Aparelho Digestivo e Órgãos Anexos - Fígado e Vias Biliares Informática - Programas Fechados (Software) Instalação de Rede Local de Microcomputador Estudos e Projetos de Instalação de Rede Comunicação / Local Registro de Programa de Computador Informático - Instalação / Manutenção de Periférico Inativo Treinamento Informática - Equipamento / Hardware Informática - Manutenção de computadores Transfêre de Dados de Pé para a Mão Informática - Desenvolvimento / Manutenção / Atualização de Programas de Computadores Personalizados - Aplicativos e Módulos Personalizados	Av. Nossa Senhora do Carmo 1191 - conjunto 305 e 304 - Belo Horizonte - MG	99999	73,69	10

Fonte: Elaborado pelos autores

## 5 VALIDAÇÃO DO PROTÓTIPO

Os resultados obtidos com a aplicação da lógica difusa no problema de seleção de fornecedores foram pertinentes para o IFMG. Através do modelo difuso é possível aproximar mais os resultados da pesquisa de acordo com as necessidades do IFMG. Foram realizados testes no sistema ForFuzzy com o objetivo de apurar e certificar a eficácia da lógica difusa em relação ao método de consulta normal disponível ao IFMG. Abaixo é exibido um exemplo de consulta no modelo normal (somente consulta SQL simulando o comportamento do SICAF) e no modelo difuso, ao final é exibido um comparativo dos dois modelos. Os dados da Figura 8 foram utilizados **como entrada** no sistema ForFuzzy para busca dos fornecedores. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.**8 apresenta a tela de busca dos fornecedores utilizada no teste com distância como maior peso.

**Figura 8** – Busca de fornecedores no ForFuzzy  
**ForFuzzy - Busca de Fornecedores com lógica difusa**

The screenshot displays the 'ForFuzzy - Busca de Fornecedores com lógica difusa' interface. It is organized into several sections:

- Informe a sua localização:** Includes input fields for 'Cidade' (Belo Horizonte), 'Endereço' (rua alessandra salum cadar, 201), and 'Latitude' (-19.9800463) 'Longitude' (-43.9684532).
- Estado:** A dropdown menu set to 'Minas Gerais', with checkboxes for 'Filtrar somente no estado?' (checked) and 'Utilizar google para cálculo distância?' (checked).
- Parâmetros Fuzzy:** Includes 'Maior Peso:' (Distância), 'Distância:' (Até 50km), 'Mostrar somente:' (10 registros), and 'Modelo de Recuperação da Informação:' (Difuso).
- Informe a pesquisa:** Includes 'Fornecedor:' (empty) and 'Produto ou Serviço:' (suprimentos de raios-x).
- A 'Procurar' button is located at the bottom left.

Fonte: Elaborado pelos autores

A Tabela 3 abaixo exibe um comparativo da mesma consulta executada no modelo difuso e no modelo normal, nota-se que no modelo difuso o primeiro colocado possui alta relevância com os critérios escolhidos na busca referente ao termo suprimentos de raios-x.

**Tabela 1** – Resultado da consulta modelo normal (simulação SICAF)

<b>Fornecedor</b>	<b>Distância</b>	<b>Relevância</b>	<b>Avaliação</b>
Imex Center Farma Ltda	15.265	70.49	6074.4301
J P C Distribuidora Hospitalar Ltda	11.119	62.04	5874.3968
Suplimed Distribuidora de Produtos Medicos	10.886	58.59	5687.0465

Fonte: Elaborado pelos autores

**Tabela 4 – Resultado da consulta modelo difuso**

<b>Fornecedor</b>	<b>Distância</b>	<b>Relevância</b>	<b>Avaliação</b>
Suplimed Distribuidora de Produtos Medicos	10.886	58.59	82.1461
J P C Distribuidora Hospitalar Ltda	11.119	62.04	81.8038
Imex Center Farma Ltda	15.265	70.49	74.1413

Fonte: Elaborado pelos autores

No modelo normal, a avaliação foi calculada considerando a distância e relevância baseando nos conjuntos clássicos. Na tabela três, é possível observar que o ForFuzzy recuperou o fornecedor **Imex Center Farma Ltda** em primeiro lugar, mesmo este possuindo uma distância maior do que os demais. O valor de cada variável é atribuído exclusivamente a um conjunto, tanto para a variável distância quanto para relevância. A distância máxima considerada foi 50km, dessa forma, o primeiro colocado assumiu valor totalmente verdadeiro no conjunto **curta**, que vai até 21km e devido a sua relevância assumir valor totalmente verdadeiro no conjunto **alta**, obteve melhor avaliação que os demais.

No modelo difuso, a avaliação foi calculada considerando a distância e relevância baseando nos conjuntos difusos. Na tabela quatro é possível observar que o fornecedor **Suplimed Distribuidora de Produtos Medicos** obteve melhor classificação que os demais, mesmo possuindo relevância menor. O grau de pertinência assume papel fundamental, pois a distância do primeiro fornecedor é mais pertinente ao conjunto **curta** do que a distância dos demais. A distância do segundo colocado localiza-se no intervalo difuso entre curta e média da variável distância, sendo que esse valor possui um nível maior de pertinência ao conjunto curta, e um nível menor de pertinência ao conjunto média.

Apesar de ambos os fornecedores possuírem o produto procurado em suas linhas de fornecimento, o primeiro colocado do modelo difuso possui maior aderência de acordo com os critérios específicos do IFMG, pois, no modelo difuso todas variáveis são compiladas, assumindo valores pertinentes aos conjuntos e assim, possibilitando valores mais próximos dos reais através de uma intensidade de verdade. Esse trabalho utilizou somente duas

variáveis de entrada não sendo alta a complexidade envolvida no processo decisório, no entanto, quanto mais variáveis são envolvidas no processo, maior a complexidade da decisão, o nível de incerteza e mais adequado se torna a utilização da lógica difusa.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho utilizou lógica difusa para gerar um modelo para busca otimizada de fornecedores. O modelo foi aplicado dentro de um Sistema de Apoio à Decisão chamado ForFuzzy e validado no Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG). O resultado mostrou-se eficiente com o uso de lógica difusa para ambientes de tomada de decisão com grau elevado de incerteza sobre os critérios e suas pertinências, contudo, notou-se também que a aplicação do método difuso é mais indicada e adequada quando muitos critérios são utilizados para seleção. Os resultados apontam que a lógica difusa, aproxima mais os resultados do modelo real, o que considera incertezas, imperfeições e variações constantes.

Sendo o conhecimento do indivíduo limitado e a tomada de decisão em um cenário totalmente globalizado e dinâmico complexa, é necessário que a empresa ofereça ferramentas aos seus indivíduos para apoiar o processo decisório reduzindo a incerteza, ambiguidade constantes nesse processo. Contudo há de se pensar que, para que a decisão seja coerente com as estratégias da empresa, é necessário que a empresa possua uma estruturação para tal, isso pode ser atingido através da implantação de bons projetos de arquitetura da informação, a qual tem o objetivo de proporcionar aos indivíduos à acessibilidade às informações necessárias ao processo decisório.

A lógica difusa se apresenta como um conceito muito utilizado no processo decisório multi-critério. A aplicação de modelos difusos está presente em diversas áreas como otimização de sistemas, melhorias no processo de recuperação da informação e principalmente tomada de decisão. A utilização da lógica difusa está em diversos segmentos da indústria de produtos e serviços como saúde, *e-commerce* e investimentos. Nesse trabalho não foi utilizado nenhum método de análise de critérios, porém é comum verificar a utilização de métodos de análise de critérios, como o AHP e ANP juntamente com a lógica difusa no processo decisório.

A gestão do conhecimento é fator primordial ao processo decisório. Se o conhecimento tácito dos especialistas são externalizados sendo convertidos em explícitos e aplicados à processos de tomada de decisão sistêmicos como o modelo de lógica difusa,

certamente a empresa cria maneiras de replicar o conhecimento entre os indivíduos e possivelmente atingir um potencial de multiplicação eficaz do conhecimento do indivíduo.

## REFERÊNCIAS

AJAYI, A.O.; ADEROUNMU, G. A.; SORIYAN, H.A. An adaptive fuzzy information retrieval model to improve response time perceived by e-commerce clients. **Elsevier**, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria, 2010.

ARIKAN, F. A fuzzy solution approach for multi objective supplier selection. **Elsevier**, Industrial Engineering Department, Faculty of Engineering, Gazi University, 06570 Ankara, Turkey, 2012.

AMENDOLA, M.; SOUZA, A. L.; BARROS L.C. Manual do uso da teoria dos conjuntos Fuzzy no MATLAB 6.5, 2005.

ALVES, T.R.; SOUZA, C. A. COMPRAS ELETRÔNICAS GOVERNAMENTAIS: UMA AVALIAÇÃO DOS SITES DE E-PROCUREMENT DOS GOVERNOS ESTADUAIS BRASILEIROS, USP, São Paulo, 2010.

BAEZA-YATES, R.; RIBEIRO-NETO, B. Modern Information Retrieval. New York: **ACM Press**, 1999. 511p.

BRANCHEAU, James C.; SCHUSTER, Larry.; SALVATORE, T. March. Building Implementing Information architecture. **ACM SIGMIS Database**, v. 20, n.2, 1989. p. 9-17. Disponível em:  
<[http://portal.acm.org/ft\\_gateway.cfm?id=1017916&type=pdf&coll=Portal&dl=GUIDE&CFID=70269974&CFTOKEN=97204999](http://portal.acm.org/ft_gateway.cfm?id=1017916&type=pdf&coll=Portal&dl=GUIDE&CFID=70269974&CFTOKEN=97204999)>. Acesso em: 01 Ago. 2013.

BRAÑA, J. P. PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO EM PROJETOS DE EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO: UMA ABORDAGEM SISTÊMICA COM APLICAÇÃO DA TEORIA DE LÓGICA FUZZY. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008.

BRASIL. Lei N° 8.666, de 21 de junho de 1993. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 Junho 1193.

BUCKLAND, M. Information as Thing. School of Library and Information Studies, **Journal of the American society for information science**. University of California, Berkley, 1989.

CALEBRESE, A; COSTA, R; MENICHINI, T. Using Fuzzy AHP to manage Intellectual Capital assets: An application to the ICT service industry. Rome,

CHOO, C.W.; ROCHA, E. A organização do conhecimento: como as organizações usam a informação para criar conhecimento, construir conhecimento e tomar decisões. São Paulo: **SENAC**, 2006, Cap.1.

CORNELIUS, I. Theorizing information for information science. **Annual review of information science and technology**, American Society for Information Science, v. 36, p. 393–425, 2002.

DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. Conhecimento Empresarial: Como as organizações gerenciam o seu capital intelectual. São Paulo: **Elsevier**, 1998. Cap. 7.

DETLOR, B. Information Management. *International Journal of Information Management*. **Elsevier**, 2009.

ERDEM, AslıSencer; GOÇEN, Emir. Development of a decision support system for supplier evaluation and order allocation. Istanbul, Turkey: **Elsevier**, 2011.

FLESCA, S; MASCIARI, E; TAGARELLI, A. A Fuzzy Logic Approach to Wrapping PDF Documents. *Ieee Transactions on KnowLedge and Data Engineering*. **University of Calabria**, Italy. Society, 2008.

GANGA, G. M. D.; CARPINETTI, L. C. R. A Fuzzy Logic Approach to Supply Chain Performance Management, São Carlos, **Elsevier**, 2011.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Fundamentos de metodologia científica. 3ed. São Paulo: **Atlas**, 1991.

LIMA-MARQUES, M.; MACEDO, F. L. O. de. Arquitetura da informação: base para a gestão do conhecimento. In: TARAPANOFF, K. O. (Ed.). *Inteligência, informação e conhecimento*. Brasília: **IBICT**, 2006. P. 241-255.

MAMDANI, E.H. Application of Fuzzy Algorithms for Control of Simple Dynamic Plant. **IEEE (Control and Science)**, v.121(12), p.1585-1588, 1974.

NEGNEVITSKY, M. *Artificial Intelligence: A Guide To Intelligent Systems*. **Pearson Education Limited**. Edinburgh Gate Harlow, Essex CM20 2JE England, 2005.

PANG, B.; BAI, S. An integrated fuzzy synthetic evaluation approach for supplier selection based on analytic network process. China: **Springer**, 2011.

RODRIGUEZ-BARCENAS, G; LÓPES-HUERTAS, M. J. Sati's Analytic Hierarchies Method for Knowledge Organization in Decision Making. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, 2012.

SARACEVIC, T. *Ciência da Informação: Origem, evolução e relações*. School of Communication, **Information and Library Studies**, Rutgers University, 1991.

SINGHAL, A. Modern Information Retrieval: A Brief Overview. **Bullein of IEEE Computer Society**, 2001.

SHIN, K.H.; HUNG, H.F.; LIN, B. Supplier evaluation model for computer auditing and decision-making analysis. Louisiana, USA: **Emerald**, 2009.

TANSCHIEIT, R. *SISTEMAS FUZZY*. Rio de Janeiro: PUC, 2008.

WU, C.R.; CHANG, C.W. A Fuzzy ANP-based Approach to Evaluate Medical Organizational Performance. Taiwan: **Information and Management Sciences**, 2008.