A LÓGICA *FUZZY* NA ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS

Autores:

Fabio Zaffalon Rodrigues, Mestrando da FEA/USP. zaffalon@usp.br; 8179-9186
Silvio Aparecido Santos, Professor da FEA/USP, Prédio do FEA 1, sala E123. sadsanto@usp.br

RESUMO

Nos últimos anos desde o desenvolvimento da Lógica Fuzzy, suas aplicações têm se concentrado em Engenharia de Controle para sistemas produtivos, transporte público e produtos de consumo através do mundo. Recentemente, entretanto, as expectativas para de novos avanços nas aplicações do pensamento da Lógica Fuzzy em diversas áreas aumentaram.

Este trabalho apresenta os principais fundamentos da Lógica Fuzzy de uma forma bastante sucinta para tornar o assunto palatável a uma audiência não habituada com sua formulação matemática, que neste artigo foi reduzida ao mínimo possível.

Os objetivos deste artigo sobre a Lógica Fuzzy são contribuir para a diminuição do bloqueio causado por sua formulação matemática e contribuir para a minimização da distância entre os conceitos aplicados na Matemática e na Engenharia e o as possíveis aplicações da Administração de Empresas.

PALAVRAS-CHAVE

Lógica Clássica, Lógica Fuzzy, Tomada de Decisões, Administração de Empresas.

A LÓGICA *FUZZY* NA ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS

1. INTRODUÇÃO

Diferentemente do passado, onde as teorias geradas no âmbito das ciências naturais ou da Engenharia eram largamente utilizadas por estudiosos da Administração de Empresas, o relacionamento entre a teoria da Lógica Fuzzy (ou Lógica Nebulosa) tem acontecido de maneira lenta, dispersa e, principalmente, pouco sistemática. De acordo com Smithson (1987), "... a matemática dos conjuntos fuzzy está fundamentada em uma notação estranha e, mais ainda, obtusa, que se torna proibitiva inclusive para os cientistas comportamentais mais letradas em matemática.".

Praticamente toda a produção acadêmica e científica no assunto da Lógica Fuzzy tem assumido uma orientação para a Matemática, para a Engenharia ou, ainda, para a Ciência da Computação. O livro de Smithson foi uma tentativa de diminuir a distância entre essa teoria e os problemas reais de pesquisa retirados da psicologia da cognição, psicologia social, sociologia e ciência política.

Mas o que distingue a Lógica Fuzzy da Lógica Clássica? Essencialmente, as teorias de conjuntos formuladas em cada uma delas. De acordo com a teoria clássica dos conjuntos, um elemento pertence ou a um conjunto ou a outro. Já para a teoria dos conjuntos fuzzy, um elemento pode pertencer parcialmente a um conjunto. Os conjuntos fuzzy têm graduações de pertinência aos conjuntos e têm fronteiras difusas.

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este artigo pode ser dividido em duas partes. Na primeira, baseando-se principalmente na literatura corrente, ele apresenta os conceitos fundamentais da Lógica Fuzzy, sem entretanto se aprofundar na formulação matemática da teoria em função do caráter expositivo que o artigo se propõe a assumir.

Na segunda parte, por meio de pesquisa bibliográfica, se expõem aplicações da Lógica Fuzzy ao longo dos tempos após a migração dos conceitos nascidos na Engenharia para os campos das Ciências Sociais e Administração.

Sua relevância torna-se notória por existirem poucas experiências estudadas com relação à utilização da Lógica Fuzzy como instrumento de análises e formulação de teorias em Administração. Especialmente no Brasil, identificam-se poucas iniciativas, ainda incipientes, de aplicação da Lógica Fuzzy para os problemas enfrentados pela Administração nos seus aspectos teóricos e empíricos.

Selltiz *et al*. (1975, p. 61) coloca que "No caso de problemas em que o conhecimento é muito reduzido, geralmente o estudo exploratório é o mais recomendado.". A quantidade de pesquisas para este campo de estudos ainda é escassa, resultando em um baixo número de informações provenientes de trabalhos científicos. Este fato mostra um espaço para novos projetos de pesquisa, mas também indica um posicionamento para a abordagem deste estudo: exploratório.

3. PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVO

Em questão estão situações do tipo que segue. Imagine-se que haja uma cor que se convencione chamar de *Cinza*. A pergunta que se põe é: quando um objeto é *Cinza*?. A teoria clássica dos conjuntos tentaria resolver o problema criando um conjunto denominado *Cinza*, mas ainda assim o problema persistiria. Quando o *Cinza Escuro* se tornaria *Preto* ou, ainda, quando o *Cinza Claro* se tornaria *Branco*? A teoria dos conjuntos fuzzy lida com esse problema atribuindo ao elemento graus de pertinência aos conjuntos *Branco* e *Preto*. Quanto mais escuro o cinza, maior seria o seu grau de pertinência ao conjunto *Preto* e menor seu grau de pertinência ao conjunto *Branco*.

Da mesma maneira, o mundo que envolve percepções – como o é o mundo da administração de empresas – não possui fronteiras nítidas e bem definidas, e é repleto de ambigüidades e incertezas. Assim, é razoável a idéia de que, ao se utilizar os conjuntos clássicos na formulação e modelagem de problemas de Administração, criam-se fronteiras arbitrárias que se tornam, na verdade, zonas sobre as quais reinam os conflitos.

Os objetivos deste artigo sobre a Lógica Fuzzy são contribuir para a diminuição do bloqueio causado por sua formulação matemática e contribuir para a minimização da distância entre os conceitos aplicados na Matemática e na Engenharia e o as possíveis aplicações da Administração de Empresas.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

A seguinte revisão bibliográfica tem o objetivo de estabelecer as bases formais de pesquisa a respeito dos conceitos fundamentais da Teoria dos Conjuntos Fuzzy e sua comparação com a teoria clássica dos conjuntos.

O desenvolvimento da lógica formal

É de alta relevância que se compreendam os princípios da lógica formal para que se possa abordar como funciona o pensamento racional. Inicialmente, pensa-se que o processo não é natural; o pensamento racional é aprendido e depois aplicado. De fato, existem muitos termos da lógica que foram desenvolvidos com o objetivo de suportar o pensamento racional.

Na representação da linguagem da lógica os fatos, conhecimentos e regras são expressos em forma de predicados e sentenças lógicas. Parsaye e Chignell (1988) indicam que “... a lógica formal tem sido desenvolvida a despeito da tendência inerente aos seres humanos de apresentarem comportamentos irracionais e comportamentais freqüentemente encontrados em tudo menos na lógica.”. Assim, pode-se atribuir parte da atração causada pela lógica formal ao fato dela oferecer um balanceamento à irracionalidade de alguns comportamentos humanos.

Parsaye e Chignell (1988) ainda sugerem que essa é a razão pela qual os ideais matemáticos formais por traz do pensamento e da formulação de oferta e demanda em um sistema de mercado de concorrência perfeita ainda faz sentido aos economistas.

Através da História, Aristóteles tem sido considerado o pioneiro no campo da lógica formal. Na Grécia antiga se utilizava a oratória na defesa ou refutação de idéias nos seus debates públicos. Aristóteles, então, desenvolveu uma técnica denominada lógica de silogismos para analisar e avaliar argumentos. O exemplo mais clássico do uso da lógica de silogismos aristotélica é o seguinte silogismo: Todo homem é mortal; A é um homem; como conclusão, A é mortal. Nessa lógica, o argumento consiste em três proposições: a primeira, chamada premissa maior, a segunda, chamada premissa menor, e a terceira, conclusão. Admitida a coerência das premissas, a conclusão se infere da maior por intermédio da menor.

O uso da lógica aristotélica implica em que todas as coisas possam ser identificadas como pertencendo a uma categoria ou a outra. Não há espaço para ambigüidade, não há a concepção de "parcialmente" ou "muito" – tudo existe em categorias mutuamente exclusivas.

Por volta de cem anos depois de Aristóteles, Chrysippus propôs a lógica proposicional como forma de se entender as proposições compostas (as sentenças) como verdadeiras ou falsas, dependendo de seus componentes. Mil anos depois, o monge Franciscano inglês William of Ockham (1285-1349 a.C.) desenvolveu a lógica modal no século XIV, que inclui conceitos como possibilidade, necessidade, crença e dúvida.

Em 1854, Boole publicou seu livro *An Investigation of The Laws of Thought on Which are Founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities*, onde ele traduz os operadores aritméticos de adição, subtração e multiplicação criando seus equivalentes para a teoria dos conjuntos, ou seja, a operação de união por meio dos mínimos, a operação de intersecção por meio dos máximos e o "não" de conexão.

Essa lógica Booleana foi então codificada para a lógica simbólica por Russell e Whitehead em *Principia Methematica*, publicado em 1917. Dessa maneira, a fundação da lógica formal é geralmente atribuída a Russell e Whitehead (Parsaye e Chignell, 1988).

Dessa maneira, quando a lógica clássica é aplicada a um conjunto de contendo argumentos e predicados que criam uma sentença para expor um fato, ou quando um conectivo lógico é introduzido para formar uma sentença composta, o resultado ou é falso ou é verdadeiro. Não há espaço para a ambigüidade e a incerteza nas regras da lógica formal.

A abordagem para se lidar com a incerteza no raciocínio se deu primeiramente com a teoria das probabilidades de Bayes. A análise Bayesiana utiliza procedimentos de designação de probabilidades de ocorrência para eventos; dados são coletados, que são então utilizados para alterar as probabilidades atribuídas, chegando a probabilidades posteriores. A idéia da estatística Bayesiana é a de que as opiniões anteriores são modificadas por dados para se chegar às opiniões posteriores (Phillips, 1973). Todas as incertezas são tratadas como probabilidades de ocorrência dos eventos.

A probabilidade, entretanto, não ajuda a reconhecer “o quanto” um evento está realmente acontecendo. A mensuração do quão forte está chovendo, por exemplo, é uma medida nebulosa que varia de nenhuma chuva a chuva torrencial, digamos.

O surgimento da Teoria dos Conjuntos Fuzzy

O primeiro artigo de Zadeh (1965) introduz os conjuntos fuzzy e as definições matemáticas de inclusão, união, intersecção, complemento, relação e convexidade como uma derivação da lógica Booleana. Seu trabalho posterior utiliza a Lógica Fuzzy para modelar como as pessoas chegam a conclusões quando as informações disponíveis são imprecisas, incompletas, e não totalmente confiáveis. Isso se dá pela interpretação da linguagem natural por meio dos mecanismos de representação dos conjuntos fuzzy e da teoria da possibilidade.

Ainda que os fundamentos da teoria dos conjuntos fuzzy não sejam discutidos, existe controvérsia quanto às aplicações da Lógica Fuzzy aos eventos do mundo real. A Teoria da Lógica Fuzzy se apresenta, portanto, não como uma panacéia para se lidar com a incerteza, mas se apresenta como uma forte alternativa. De fato, Smithson (1987) apresenta a teoria como uma alternativa:

> *“O principal valor que encontro na teoria dos conjuntos fuzzy é que ela gera alternativas aos métodos e abordagens tradicionais aumentando, portanto, o campo de possibilidades disponíveis aos pesquisadores. Quanto mais alternativas temos, mais viável se torna a pesquisa de alta qualidade, e menos desculpas temos para assumirmos as opções padronizadas. Quanto mais sofisticadas nossas estruturas conceituais lingüísticas, menor a possibilidade de tornarmos triviais e distorcidas nossas questões em nome meramente da tratabilidade.”.*

Fundamentos da Lógica Fuzzy

A Lógica Fuzzy não utiliza probabilidades nem trata as incertezas como passíveis de aleatoriedade. As teorias que envolvem os conjuntos fuzzy e a Lógica Fuzzy tratam a incerteza e a ambigüidade como determinísticas. Onde os teóricos da lógica Bayesiana enxergam probabilidades, os teóricos da Lógica Fuzzy enxergam diferentes quantidades de pertinência a eventos que não são prováveis, mas são eventos reais. Quando se faz uma série de inferências ou declarações preditivas, esses são predicados modificadores de descrições prévias que representam vários graus de certeza com relação à ocorrÊncia, e que são determinísticos na sua originação.

Segundo Kosko (1989), não existe nada de aleatório nem provável quando se mede tal informação. O autor nota ainda que :

> *“Essa contagem não envolve aleatoriedade. Ela conta quais elementos são idênticos ou similares e com que grau. Os fenômenos em si são determinísticos. O correspondente número de ocorrências que sumariza a situação determinística também é determinístico.”.*

As centenas de anos de esforços para o desenvolvimento da teoria da probabilidade como um universo descritivo têm sido desafiadas pela abordagem da teoria da Lógica Fuzzy. Depois que

Kosko (1989) apresentou uma nova prova geométrica do Teorema da Vizinhança de Conjuntos Fuzzy (Fuzzy Subsethood Theorem), ele ilustrou como se pode concluir que a teoria dos conjuntos fuzzy é uma generalização da teoria da probabilidade, em particular do teorema de Bayes. Segundo o autor, a probabilidade seria um caso especial de vagueza, onde a teoria Bayesiana é um subconjunto especial da teoria da Lógica Fuzzy.

A Lógica Fuzzy permite que se expresse a incerteza e a ambigüidade em um sistema de regras segundo os quais uma conclusão não é expressa como sendo falsa ou verdadeira, mas sendo verdadeira a determinado grau. O grau de certeza é chamado de grau de pertinência. Como a Lógica Fuzzy trabalha no intervalo entre 0 e 1, no caso de Verdadeiro ou Falso ter-se-ia que o grau de pertinência de Falso seria zero e o grau de pertinência de Verdadeiro seria 1. A incerteza teria um grau de pertinência atribuído entre zero e um.

Diversas decisões a respeito de novos negócios são tomadas em ambientes e sob condições tais que a ambigüidade presente impede que sejam modeladas satisfatoriamente por meio de teorias estatísticas tradicionais ou até mesmo técnicas Bayesianas. Para lidar com tal tipo de incerteza, Zadeh (1965) introduziu o conceito de Conjuntos Fuzzy (ou Conjuntos Nebulosos). Esse artigo deu origem ao que depois se convencionou chamar de Lógica Fuzzy (ou Lógica Nebulosa).

Um conjunto fuzzy é um conjunto que reflete classes de elementos e não tem fronteiras bem definidas. Conseqüentemente, em um conjunto fuzzy é difícil de se distinguirem os elementos que pertencem e que não pertencem ao conjunto. Em contraste, em um conjunto clássico a pertinência é binária, ou seja, um elemento claramente pertence ou claramente não pertence a um conjunto. Gigch e Pipino (1980) mostram que nos conjuntos fuzzy, “os conceitos de sim ou não, bom ou ruim, verdadeiro ou falso e preto ou branco são substituídos por conceitos onde existem tanto as verdades parciais quanto as falsidades parciais.” Essa simples diferenciação, na verdade, capta a essência da teoria da lógica fuzzy.

A pertinência em um conjunto clássico pode ser determinada por sua função característica.
Suponha-se que A denote algum conjunto clássico. A função característica de A é definida como sendo:

$$j_A(x) = \begin{matrix} 1 & se & x \in A \\ 0 & se & x \notin A \end{matrix}$$

Note-se que φ_A mapeia o espaço universo sobre o qual A é definido no conjunto {0 , 1}.

Um conjunto fuzzy, por sua vez, é definido por sua função de pertinência $m_{\tilde{A}}$, que é uma generalização do conceito de uma função característica. Assim,

$$m_{\tilde{A}} : U \rightarrow [0,1]$$

onde U denota o espaço universo clássico e [0,1] denote o intervalo fechado. O conjunto de todos os $x \in U$ para os quais $m_{\tilde{A}}(x) > 0$ é chamado de suporte do conjunto fuzzy Ã. Se o suporte de Ã é finito, então o conjunto fuzzy Ã pode ser escrito como:

$$A = \sum_{i=1}^{n} a_i / x_i$$

onde $a_i = m_{\tilde{A}}(x_i)$. A pertinência associada a qualquer elemento no suporte de um conjunto fuzzy é a medida do grau em que aquele elemento em particular é elemento de Ã.

As operações de união, intersecção e complementação de conjuntos fuzzy podem ser definidas em termos de suas funções de pertinência. Especificamente,

$$m_{\tilde{A}\cup\tilde{B}}(x) = Max\{m_{\tilde{A}}(x), m_{\tilde{B}}(x)\}$$
$$m_{\tilde{A}\cap\tilde{B}}(x) = Min\{m_{\tilde{A}}(x), m_{\tilde{B}}(x)\}$$
$$m_{\neg\tilde{A}}(x) = 1 - m_{\tilde{A}}(x)$$

Variáveis lingüísticas e modificadores lingüísticos

Ao removermos uma pequena caixa de uma grande pilha, a pilha continuará sendo grande. Aplicando a operação inúmeras vezes sobre a pilha, ocorrerá que eventualmente restará uma pilha com apenas uma caixa. Um dos problemas que se põe nessa situação é: quando uma grande pilha se transforma em uma pequena pilha? Da mesma maneira, quando se remove um funcionário por vez de uma empresa grande, quando ela se torna uma empresa pequena?

Essas transições ocorrem dentro da flexibilidade permitida pela vagueza e inexatidão permitidas pela palavra “Grande”. “Grande” é, portanto, um conceito nebuloso, vago, mal definido, ou no contexto deste estudo, simplesmente uma variável lingüística.

Zadeh (1965) introduziu também a idéia dos modificadores lingüísticos como “alguns”, “poucos”, “raramente”, “usualmente”, “freqüentemente”, “muitos” e “raramente”, que servem para indicar valores numéricos às variáveis lingüísticas.

Smithson (1987) conduziu algumas pesquisas a respeito de valores numéricos fuzzy associados à palavra “muitos” (*several*, em Inglês). Ao solicitar que 23 estudantes qualificassem diversos números inteiros de acordo com seus graus de possibilidade quando se dizia a palavra “*several*”, ele obteve um certo consenso em seus resultados. Entretanto, uma revisão do estudo conduzida por Zetenyi (1988) indicou que os modificadores lingüísticos como “*several*” são demasiadamente afetados pelo contexto. Segundo o autor, a freqüência esperada do evento, o tipo de atividade e o leque de alternativas podem cada um afetar o significado de um modificador lingüístico.

Hormann (1983) ilustrou empiricamente como o contexto pode influenciar na quantidade descrita por um desses modificadores lingüísticos. Ele testou, por exemplo, o modificador lingüístico “alguns” (ou “*a few*”, em Inglês). Assim, “*a few*” assumiu diferentes valores nas seguintes situações contextualizadas:

- Objetos: “alguns” pães significam 8, ao passo que “algumas” camisas significaram aproximadamente 4;
- Tamanho de objetos: “alguns carros grandes” sugeriu um número menor do que “alguns carros pequenos”;
- Localização espacial: “algumas pessoas em frente a uma cabana” sugeriu um número menor de pessoas do que “algumas pessoas em frente a um prédio”.

Assim, o tamanho de um modificador lingüístico é alterado pelas alternativas disponíveis de modificadores lingüísticos. Por essa razão, os conjuntos determinados por modificadores lingüísticos devem ser capazes de expandir e contrair dependendo do contexto em que são aplicados.

5. RESULTADOS – MODELOS FUZZY DE SISTEMAS UTILIZADOS NA ADMINISTRAÇÃO

Kaufmann e Gupta (1988) argumentam que os modelos clássicos, apesar de funcionarem bem nos fenômenos simples e isolados, não são suficientemente adequados para tratar dos problemas contemporâneos e de suas complexidades, interações e subjetividades humanas. As ferramentas matemáticas determinísticas e probabilísticas têm sido desenvolvidas com base nas teorias convencionais de sistemas que obedecem a regras e variáveis bem definidas, como nos sistemas da Física. De acordo com os autores, as tentativas de se estender esses modelos e abordagens a sistemas como processos biológicos e processos sócio-econômicos não atingiram sucesso.

Uma das aplicações possíveis da lógica fuzzy na administração é apresentada por Kaufmann e Gupta (1989) no processo de orçamentação de uma empresa. Seu modelo parte da premissa de que todo novo orçamento anual deve ser justificado com base nas atividades a serem desenvolvidas em todas as unidades, departamentos e divisões. Como se torna difícil o estabelecimento de um orçamento preciso, os autores sugerem que a utilização de números fuzzy traz resultados mais realistas do que aqueles atingidos no processo determinístico tradicional.

De acordo com o modelo apresentado pelos autores, cada centro de decisão da empresa submete para aprovação um ou mais orçamentos baseados em diferentes premissas, mas cada um deles deve conter um orçamento mínimo, um orçamento normal e um orçamento máximo.

Utilizando-se a teoria dos conjuntos fuzzy, podem-se ilustrar quais combinações de orçamentos podem ser adotadas sem restrições, ou ainda adotadas com mínimo risco ou máximo risco para a capacidade de financiamento da empresa.

Assim como o trabalho de Kaufmann e Gupta, outras aplicações da lógica fuzzy têm se desenvolvido nos últimos anos.

Syauh, Hsieh e Lee (2001), por exemplo, utilizaram os conceitos de números fuzzy da teoria dos conjuntos fuzzy para propor um novo sistema de análise de crédito para empresas em Taiwan, atingindo melhores resultados do que as técnicas tradicionais.

Wang (1999) propôs a avaliação do seqüenciamento de atividades de projetos de desenvolvimento de produtos. De acordo com os resultados do trabalho de Wang, a utilização da lógica fuzzy na proposta metodológica permite cronogramas mais satisfatórios em ambientes turbulentos de desenvolvimento de produtos.

Em 1994, Turtle, Bector e Gill (1994) propuseram um método de otimização de fluxo de caixa em empresas multinacionais utilizando a lógica fuzzy, demonstrando como a análise de sensibilidade pode ser utilizada em conjunto com a teoria dos números fuzzy para se minimizar os custos associados à gestão do fluxo de caixa em empresas que operam com diferentes taxas de câmbio em ambientes voláteis.

Aplicações recentes no Brasil

A avaliação de desempenho de rodovias concessionadas foi abordada por Cury e Veiga (2003), onde os autores propõem um método para avaliação do desempenho de rodovias concessionadas sob a ótica do usuário. O intuito dos autores foi utilizar a tecnologia neuro-fuzzy, que congrega as principais vantagens da lógica fuzzy e das redes neurais artificiais, para classificar o desempenho das rodovias concessionadas, com base na percepção de seus usuários, no que diz respeito à prestação de serviços médico-mecânicos, à manutenção do pavimento e das sinalizações, ao gerenciamento do tráfego, ao valor do pedágio, entre outros.

De acordo com as conclusões dos próprios autores:

> "(...) o método proposto pode, inicialmente, atuar como coadjuvante no processo de classificação de rodovias concessionadas de interesse público, criando, assim, um ranking sob o ponto de vista do usuário; e, no futuro, após seu aperfeiçoamento, poderá atuar de forma decisiva nas avaliações de concessões privadas de rodovias." (Cury e Veiga 2003).

Burlamaqui e Yee (2002) investigaram a aplicabilidade da Teoria dos Sistemas Nebulosos (ou Teoria dos Sistemas Fuzzy) em Sistemas de Informação Geográfica, implementando-se um sistema para análise do espaço urbano através da modelagem e análise de dados subjetivos Segundo os autores, os resultados encontrados mostram que a aplicação da Teoria dos Sistemas Nebulosos para os Sistemas de Informação Geográfica é eficiente para o processo de tomada de decisão no planejamento urbano e permite uma análise espacial mais próxima da realidade.

O quadro 1, abaixo, sumariza os principais campos de atuação da Lógica Fuzzy nas ciências humanas e sociais, com especial destaque para as aplicações mais comuns em Administração. Não se pretende que o quadro seja exaustivo, mas sim um indicador dos maiores campos de aplicação atuais da teoria.

Quadro 1 – Exemplos de aplicações da Lógica Fuzzy em Administração.

	Descrição e Observação de Fenômenos	**Modelagem**	**Projeções**	**Pensamento Humano e Comportamento**
Psicologia	Mensuração de funções e graus de pertinência	Entendimento do julgamento humano		
Ciências do Comportamento	Confiabilidade de conceitos subjetivos	Modelos multi-atributos de preferência	Estimação de demanda	

Design		Avaliação dedesigns com Medidas Fuzzy	Avaliação sensorial	Apoio ao processo convencional de design
Economia		Teoria geral do equilíbrio utilizando a Lógica Fuzzy	Modelos Dinâmicos Fuzzy dos processos macroeconômico	
Sociologia	Censo utilizando escalas e medidas Fuzzy	Modelos de estratificação social utilizando Integral Fuzzy	Análises Fuzzy das redes sociais	
Gestão			Avaliação de novos negócios	Gestão de pessoal Avaliação de potencial empreendedor
Marketing		Avaliação de Publicidade e Propaganda com medidas Fuzzy	Previsão de demanda por produtos	Construção de imagem em Publicidade de Propaganda
Finanças		Modelagem de análises de crédito	Apoio a fundos de investimento	

Fonte: Adaptado de Nakamura (1995).

6. CONCLUSÃO

As recentes incursões dos conceitos da Lógica Fuzzy nos campos da Administração de Empresas tem rendido frutos no âmbito acadêmico. Exemplos disso são os diversos artigos e livros a respeito das aplicações da teoria em situações do cotidiano de administradores e tomadores de decisão.

O principal desafio existente para a pesquisa em administração será a avaliação dos benefícios trazidos pela Lógica Fuzzy aos modelos e metodologias tradicionais e bem fundamentados da moderna gestão empresarial. Caso se constate em futuras pesquisas os benefícios da Lógica Fuzzy aos estudos em administração, cabe aos pesquisadores e teóricos incorporar os conceitos surgidos no campo da Engenharia e da Matemática aos conceitos usuais de Administração.

O Brasil tem ficado atrás de países como Japão, Estados Unidos e países asiáticos na utilização da Lógica Fuzzy mesmo no âmbito da Engenharia de Controle ou Engenharia Eletronica. Essa diferença na disseminação da teoria se aplica também com relação à Administração.

Como sugestões de novos desenvolvimentos teóricos e empíricos, podem-se mencionar as aplicações e teorias de Marketing e Gestão Estratégica que utilizam percepções de consumidores e especialistas, respectivamente, traduzidas para valores determinísticos por meio do uso da Lógica Fuzzy.

Por fim, virtualmente todos os problemas em que a incerteza, a ambigüidade ou a linguagem natural do ser humano é relevante apresentam situações favoráveis ao teste de aplicabilidade da teoria da Lógica Fuzzy.

7. BIBLIOGRAFIA

BOOLE, G. **An Investigation of The Laws of Thought on Which Are Founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities.** New York: Dover Publications, 1951.

BURLAMAQUI, C. S. e YEE, C.L., **Análises subjetivas do espaço urbano: teoria dos sistemas nebulosos aplicada a sistemas de informação geográfica**. São Paulo : EPUSP, 2002. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/317).

CURY, M. V. Q., VEIGA, F. J. P. **Método Para Avaliação do Desempenho de Rodovias Concessionadas Sob a Ótica do Usuário.** Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2003.

GIGCH, J. e PIPINO, L. **Form Absolute to Probable to Fuzzy in Decision Making.** *Kybernetes*, v. 19, p. 433-461.

KAUFMANN, A. e GUPTA, M. **Introduction to Fuzzy Arithmetic.** New York: Van Norstrand Reinhold Company, 1985.

KOSKO, B. **Fuzziness vs. Probability.** *International Journal of General Systems*, v. 17, p. 221-240.

NAKAMURA, K. **Applications of Fuzzy Logical Thinking in Japan: Current and Future.** *IEEE*, p. 1077-1082, 1995.

PARSAYE, K. e CHIGNELL, M. **Expert Systems for Experts.** New York: John Wiley & Sons, 1988.

PHILLIPS, L. **Bayesian Statistics for Social Scientists.** London: Thomas Nelson and Sons Ltd., 1973.

SELLTIZ, C. *et al*. **Métodos de Pesquisa nas Relações Sociais.** São Paulo: EDUSP, 1975.

SMITHSON, M. **Fuzzy Sets Analysis for Behavioral and Social Sciences.** New York: Springer-Verlag, 1987.

SYAU, Y; HSIEH, H. e LEE, E. S. **Fuzzy Number in the Credit Rating of Enterprise Financial Condition.** *Review of Quantitative Finance and Accounting*, v. 17, n. 4, p. 351-360, 2001.

TURTLE, H., BECTOR, C. R. e GILL, A. **Using Fuzzy Logic in Corporate Finance: An Example of a Multinational Cash Flow Netting Problem.** *Managerial Finance*, v. 20, n. 8, 1994.

YIN, R. K. **Case study research: design and methods in applied social research methods**. California, EUA: Sage publications, 1989.

WANG, J. R. **A Fuzzy Set Approach to Activity Scheduling for Product Development.** *Journal of the Operational Research Society*, v. 50, n. 12 p. 1217-1228, 1999.

ZADEH, L. A. **Fuzzy Sets.** *Information and Control*, v. 8, p. 338-353, 1965

ZETENYI, T. **Fuzzy Sets in Psychology.** New York: Elsevier Science Publishers, 1988.