

Mensuração da satisfação: um estudo comparativo entre lógica nebulosa (*fuzzy logic*) e programação linear

Autoria: Maximiliano Krueh, Edimara Daronco, Rodrigo Prante Dill

RESUMO

O propósito deste estudo consiste em propor e comparar dois modelos quantitativos para a mensuração da satisfação do cliente. Confronta-se um modelo que utiliza a lógica *fuzzy* e outro que utiliza programação linear com entrevistas realizadas junto a clientes. Entrevistouse uma amostra de 273 clientes utilizando a análise fatorial, identificaram-se duas variáveis latentes, responsáveis por 59,48% da variância total, e sete variáveis determinantes da satisfação. Estas sete variáveis serviram de ponto de partida para a construção dos modelos propostos. O modelo nebuloso foi implementado em software específico (FuzzyTech[®]) contendo sete entradas, três bases de regras (ajustadas, utilizando-se rede neural do tipo *backpropagation*) e uma saída. No modelo baseado em programação linear, foi utilizada a ferramenta Solver do Microsoft[®] Excel onde, por meio da minimização da função objetivo, buscou-se identificar o peso de cada uma das sete variáveis determinantes da satisfação. Após o desenvolvimento dos modelos, seus resultados foram confrontados com cinquenta entrevistas realizadas com clientes e os resultados evidenciam que ambos os modelos podem ser utilizados para mensuração da satisfação do cliente, pois se encontraram resultados próximos entre os dois modelos e as entrevistas dos clientes.

1 INTRODUÇÃO

A finalidade do controle gerencial é assegurar que as estratégias sejam obedecidas, de forma que os objetivos da organização sejam atingidos (ANTHONY e GOVINDARAJAN, 2002). Contudo, as práticas de controle gerencial vêm sofrendo reformulações. Segundo Pereira e Guerreiro (2005), devido ao novo ambiente econômico e social, as organizações têm implementado mudanças profundas nos negócios e, conseqüentemente, nas suas práticas de controle gerencial. Essas mudanças acabam por tornar a gestão mais complexa (FREZATTI et al., 2005). Nesse sentido, quando a complexidade de uma decisão aumenta, a habilidade humana de tomar decisões precisas sobre o comportamento desta decisão diminui até o ponto onde a precisão e a relevância se tornam mutuamente exclusivas (ZADEH, 1978). Conseqüentemente, quanto mais detalhada for a análise dos complexos problemas das corporações, mais nebulosas se tornam as explicações (SIEGEL *et al.*, 1998).

No cenário de incertezas que permeia as organizações, inúmeras ferramentas de diversas áreas da ciência têm sido trazidas por especialistas para auxílio na resolução de problemas gerenciais. Áreas tradicionais de negócios estão sendo invadidas por especialistas de outras áreas, como os analistas de sistemas, programadores de computação e especialistas em pesquisa operacional que trazem para a administração suas diferentes qualidades e conhecimento. (GLAUTIER e UNDERDOWN, 1994).

Dentre essas ferramentas, destacam-se as abordagens de inteligência artificial. Uma dessas ferramentas chamada de lógica *fuzzy* (lógica nebulosa, lógica difusa), foi desenvolvida por Lotfi Zadeh em 1965 com o objetivo de quantificar a imprecisão e a incerteza.

Desde sua introdução, essa ferramenta vem sendo amplamente discutida na Academia Internacional. Revistas especializadas, como a *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, tratam exclusivamente da aplicação dos sistemas inteligentes no mundo dos negócios. Outros periódicos internacionais, como o *Expert Systems with Applications* e o *Fuzzy Set and Systems*, tratam especificamente de temas relacionados a sistemas inteligentes e à lógica *fuzzy*.

O objetivo deste estudo é confrontar os resultados de um modelo que utiliza a lógica *fuzzy* e um modelo que utiliza a programação linear para a mensuração do cliente. O restante desta pesquisa segue a seguinte ordem: a seção 2 apresenta o referencial teórico deste

trabalho, ilustrando os conceitos inerentes à satisfação do cliente, da lógica *fuzzy* e da programação linear; a seção 3 apresenta a metodologia utilizada para a construção dos modelos; a Seção 4 ilustra o teste prático comparativo dos modelos e a seção 5 apresenta as conclusões e recomendações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Satisfação do cliente

2.1.1 Conceitos preliminares

O tema satisfação dos clientes tem sido amplamente abordado na literatura nacional e internacional dentro do estudo do comportamento do consumidor, o que tem gerado inúmeras contribuições para os antecedentes desse sentimento, para a dicotomia satisfação e insatisfação e para as conseqüências da satisfação através do estudo da lealdade e da confiança.

Abdeldayem e Khanfar (2007) colocam que satisfação do cliente é uma das bases do conceito de marketing e tem sido apresentada como um ótimo indicador do comportamento de compras futuras.

Oliver (1997) define satisfação como a “resposta ao contentamento do consumidor, o julgamento de que uma característica do produto ou serviço, ou o produto ou o serviço em si, ofereceu (ou está oferecendo) um nível prazeroso de contentamento relativo ao consumo, incluindo níveis maiores ou menores de contentamento”.

Já uma das definições mais reconhecidas coloca a satisfação como sendo “o julgamento avaliativo pós-escolha referente a uma específica seleção de compra” (Bansal e Taylor, 1999 *apud* GASTAL E LUCE, 2005).

Para Boulding *et al.* (1993), a satisfação do consumidor possui dois conceitos essenciais: satisfação específica em uma transação e satisfação acumulada. Quando específica diz respeito a um consumo particular e de curto prazo com um produto ou serviço; já a satisfação acumulada diz respeito à experiência total de consumo.

Existem dois aspectos importantes a serem entendidos acerca da satisfação do cliente segundo Paladini (1995): o primeiro aspecto é que a satisfação é dinâmica; o segundo é que nem o próprio cliente sabe quando ela muda, pois os gostos estão sempre sendo aprimorados em função das necessidades. Assim, a satisfação ao cliente pode ser encarada pela empresa como um processo que deve estar sempre ativo, em contínua melhoria, visando ao constante aperfeiçoamento tanto da equipe de linha de frente quanto das instalações, produtos e infraestrutura.

Percebe-se, portanto, que a satisfação é o resultado mais importante da atividade mercadológica e serve para fazer a ligação entre processos que culminaram em compra e consumo com fenômenos de pós-compra, como atitude de troca, repetição da compra e lealdade à marca.

2.1.2 Origens

De acordo com Evrard (1994), a pesquisa de satisfação possui dois marcos principais em sua história, primeiramente, o ano de 1976, quando se deu a primeira conferência em Chicago sobre o tema, com o apoio do *Marketing Science Institute* e da *National Science Foundation* e os artigos seminais de Hunt (1977) e Day (1982).

Foi na década de 1970, com os trabalhos sobre a desconformação das expectativas e a sua influência na avaliação dos produtos, que o estudo da satisfação começou a ser legitimado como campo de pesquisa. (SALAZAR e FARIAS, 2006).

Com o trabalho preliminar de Cardozo (1965), o campo de estudo da satisfação evoluiu para uma consistente corrente de pesquisa. Primeiramente, as conceitualizações de satisfação dos produtos ou serviços estavam atreladas a avaliações cognitivistas. Seguindo

aquela idéia de que os consumidores formam suas expectativas pré-consumo, observam a performance do produto, comparam as expectativas com a performance executada, formam percepções de desconformação e, por fim, obtêm seu julgamento de satisfação (OLIVER, 1993).

Mas foi apenas na década de oitenta que esses estudos se disseminaram e forneceram contribuições para organizações públicas e privadas e, após essa década, percebe-se um interesse mais intenso por esse estudo, já que, nesse momento, já se tinha plena consciência de que a satisfação do cliente determina, conforme colocado anteriormente, uma recompra, a lealdade e o boca-a-boca positivo, e também, pelo próprio impulso dos movimentos que houve nesse momento da qualidade total.

2.1.3 Importância da Pesquisa de satisfação

Pesquisa de satisfação de clientes capta a voz do cliente para obter o sentimento resultante de uma experiência de consumo de determinado produto ou serviço ou ambos para se verificar se esse resultado confirma a expectativa prévia ou não deste consumidor. É na realidade o ponto de vista do cliente em relação à performance da empresa, o que, a partir disso, fornece subsídios para que a organização tome decisões futuras de comercialização e marketing.

Para Rossi e Slongo (1998), há também outros benefícios proporcionados pela pesquisa de satisfação de clientes: perspectiva mais positiva dos clientes quanto à empresa, informações mais precisas e atualizadas quanto às necessidades dos clientes, relações de lealdade com os clientes, baseadas em ações corretivas, e confiança desenvolvida em função de maior aproximação com o cliente.

Dentre os inúmeros benefícios recebidos por nutrir clientes altamente satisfeitos, de acordo com Fornell (1992), estão a menor elasticidade de preços, distanciamento dos clientes das ofertas da concorrência, menores custos de transações futuras, custos de falha reduzidos, menor custo para atrair novos clientes, além da melhoria da reputação da empresa, e, por conseguinte, maior lealdade dos clientes.

Clientes altamente satisfeitos, segundo Lovelock e Wright (2001), produzem ótimos resultados, porque não somente retornam como também espalham informações e experiências positivas. O cliente satisfeito, na verdade, passa a representar um anúncio ambulante e falante para a empresa, reduzindo o custo para atrair novos clientes.

Por isso, então, pode-se afirmar que as informações sobre níveis de satisfação de clientes constituem uma das maiores prioridades de gestão nas empresas comprometidas com a qualidade de seus produtos e serviços, e, por conseguinte, com os resultados alcançados junto a seus clientes.

2.1.5 Mensuração da satisfação

Estudiosos da área da satisfação do consumidor têm proposto inúmeros estudos que objetivam contribuir para um modelo de aplicação que consiga mensurar a satisfação dos clientes. Nesse sentido, muitos autores têm trazido contribuições dos mais variados enfoques.

Rossi e Slongo (1998) propõem duas formas de condução de pesquisas de satisfação do consumidor: uma baseada em estudos experimentais e outra sob uma perspectiva agregada. Os estudos experimentais são tradicionais na psicologia, mas tratam do indivíduo nas suas medidas individuais enquanto sujeitos, trazendo detalhes dos antecedentes da satisfação, mas não podendo se fazer generalizações. Já os estudos com perspectiva agregada, são os estudos em nível de mercado, onde se robustece a pesquisa individual, podendo assim se fazer generalizações. Os resultados dessa forma de estudo podem ser indicadores da retenção agregada do cliente pela empresa e, ainda, da futura rentabilidade. (JOHNSON, ANDERSON e FORNELL, 1995).

Utilizando-se de modelos de satisfação, Leite, Elias e Surdeman (2005) propõem o uso do modelo de satisfação ECSI (*European Costumer Satisfaction Index*), que analisa o relacionamento da satisfação com seus antecedentes (imagem, expectativa, qualidade e valor) e conseqüentes (reclamação e lealdade).

Fornell *et al.*, (1996) citado por Rossi e Slongo, (1998), colocam como modelo de satisfação o uso do índice norte-americano, ACSI (*American Costumer Satisfaction Index*) que é uma medida de desempenho baseada no mercado para empresas, indústrias, setores econômicos e economias nacionais. A teoria que o sustenta baseia-se em três antecedentes: a qualidade percebida, o valor percebido e a expectativa do cliente. As conseqüências do aumento da satisfação do cliente, que é aferida pelo ACSI, apontam para a redução das reclamações e para o incremento da lealdade do cliente.

Já outro enfoque para mensuração da satisfação do consumidor, a partir da década de 80, aponta para a união entre os constructos de satisfação e emoção, pois, além do julgamento cognitivo, o cliente também demonstra reações emocionais emergidas durante a experiência de consumo. Então, percebe-se uma relação conceitual e empírica entre esses dois conceitos. Westbrook e Oliver (1991) afirmaram que, apesar da satisfação poder ser analisada sob uma perspectiva hedônica, satisfação e emoção são constructos diferentes. Entre essas possibilidades de se mensurar a satisfação do cliente e muitas outras mais que se originaram no decorrer dos anos por inúmeros pesquisadores e interessados no assunto, tem-se a inteligência artificial como uma possibilidade de mensuração da satisfação do cliente.

2.2 Lógica nebulosa

Em 1965, o professor Lotfi Zadeh publicou o primeiro trabalho de pesquisa sobre a teoria da Lógica *Fuzzy*, também conhecida como lógica nebulosa, que trata dos conjuntos não totalmente verdadeiros nem tampouco totalmente falsos. De maneira geral, a Lógica *Fuzzy* deve ser vista como uma teoria matemática formal para a representação de incertezas (YAGER et al., 1987, 52). Como exemplos de pesquisas pioneiras que utilizaram os conceitos dos sistemas especialistas na área dos negócios, podem-se destacar os trabalhos de Steinbart (1987) no julgamento da materialidade nos processos de auditoria, Harrington e Twark (1991) na avaliação dos preços das ações e pagamento de dividendos e Borthick (1987) no planejamento de auditoria.

Autores	Área do Estudo/ Aplicação	Revista / Congresso
Kaneko (1996)	Sistema para diagnose financeira	Computers Ind. Engineering.
Rangone (1997)	Efetividade organizacional, fatores chave de sucesso e medidas de desempenho.	Management Accounting Research
Bayou e Reinstein (1997)	Custo meta para a indústria automobilística	Journal of Cost Management
Deshmukh e Romine (1998)	Mensuração e combinação dos sinais de alerta nas fraudes financeiras.	Journal of Accounting and Computers
Friedlob e Schleifer (1999)	Modelo para mensurar risco e incerteza	Managerial Auditing Journal.
Syau et. al. (2001)	Avaliação e risco de crédito	Review of Quantitative Finance and Accounting
Shehab e Abdalla (2002)	Modelagem de um sistema de custeio	Advanced Manufacturing Technology.
Sahin & Dogan (2003)	Relacionamento entre fornecedores – clientes.	Logistics Information Management
Jiang & Hsu (2003)	Avaliação de manufatura e ciclo de vida dos produtos.	Journal of Intelligent Manufacturing
Lin, Hwang e Becker (2003)	Detecção de fraudes contábeis	Managerial Auditing Journal
Serguieva e Hunter (2004)	Análise dos julgamentos de materialidade	Fuzzy Sets and Systems.
Beynon, Peel e Tang (2004)	Análise e determinação dos preços dos serviços de auditoria.	The International Journal of Management Science

Autores	Área do Estudo/ Aplicação	Revista / Congresso
Lee, Tzeng e Wang (2005)	Modelo de Opções de Precificação (OPM)	Review of Quantitative Finance and Accounting
Pathak, Vidyarthi e Summers (2005)	Deteção dos sinais de alerta nas fraudes de seguro	Managerial Auditing Journal.
Murcia, Borba e Souto-Maior (2005)	Target Costing e tomada de decisão	The International Journal of Digital Accounting Research

Fonte: autores da pesquisa.

Quadro 01 – Pesquisas em Periódicos Internacionais

Autores	Área do Estudo/ Aplicação	Revista / Congresso
Dill et al (2006)	Satisfação do cliente	EnANPAD
Dill e Borba (2005)	Análise da rentabilidade das empresas	Congresso USP de Contabilidade
Silva e Oliveira (2005)	Gestão Estratégica e Visão Resource-Based	EnANPAD
Wakamatsu e Cheng (2005)	Análise de opinião na tomada de decisão em grupo	EnANPAD
Antunes (2004)	Avaliação do risco de controle no processo de auditoria	Tese de Doutorado – USP
Phuong Tam e Borges (2001)	Segmentação de mercado	EnANPAD

Fonte: autores da pesquisa.

Quadro 02 – Pesquisas em Periódicos/Congressos Nacionais

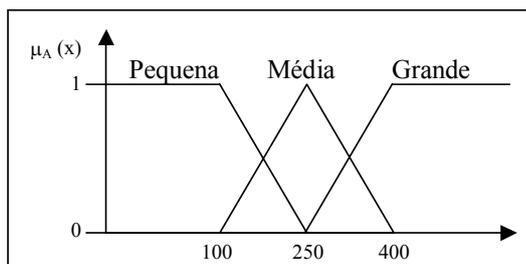
2.2.1 Operacionalização da Lógica *Fuzzy*

O referencial teórico que se segue encontra-se embasado em Shaw e Simões (2001), Von Altrock (1998), Bojadziev e Bojadziev (1997) e *Matlab® Fuzzy Logic Toolbox User's Guide* (2002). Os controladores *fuzzy* consistem de um estágio de entrada (*crisp* – Entradas discretas atreladas a algum tipo de escala numérica), um estágio de processamento e um estágio de saída. O estágio de entrada mapeia dados de entrada de maneira apropriada às funções consecutivas e valores verdadeiros. O estágio de processamento é aquele em que se procura alcançar a solução para os problemas, podendo ser dividido em três passos básicos: *fuzzificação*, regras de avaliação e *defuzzificação*. Aqui é invocada uma regra adequada que gera um resultado para cada uma delas e, a seguir, combinam-se os resultados dessas regras. Por último, tem-se um estágio de saída cujo resultado, já *defuzzificado* da operação, é colocado para dentro do sistema, executando um controle (saída *crisp*).

2.2.2 *Fuzzificação* e Funções de Pertinência

Fuzzificação é o processo de colocar nomes no universo de discurso de cada entrada *crisp*. O universo de discurso pode ser descrito como a faixa de valores associados a uma variável *fuzzy*, onde são definidos vários conjuntos *fuzzy* dentro de um universo de discurso, cada qual com o seu próprio domínio que se sobrepõe com os domínios dos seus conjuntos *fuzzy* vizinhos. Ou seja, o universo de discurso se refere ao domínio que se dá a um determinado conjunto.

Pode-se tomar como exemplo a metodologia utilizada para classificação do porte de uma empresa em relação ao número de funcionários, para mostrar como se estabelece o domínio de cada função de pertinência. Verifica-se, na Figura 1, que cada um dos conjuntos recebe um rótulo, ou seja, um nome: Pequena, Média e Grande.



Fonte: adaptado de Bojadziev e Bojadziev (1997).

Figura 1 – Variáveis Linguísticas

Cada conjunto também recebe uma faixa de valores correspondendo ao nome que lhe foi dado. Este valor é chamado de grau de pertinência. Por exemplo, a condição “Média” obtém um domínio de 100 a 400 funcionários. No eixo vertical (Y), podem-se verificar os valores referidos para os graus de pertinência das entradas crisp em cada conjunto *fuzzy*.

As funções de pertinência, também conhecidas como conjuntos *fuzzy* são, na verdade, funções matemáticas que fornecem um significado numérico para um conjunto *fuzzy*. A etapa de fuzzificação mapeia a entrada (um valor definido, ou crisp) entre valores de 0 a 1, através das funções de pertinência, que é o grau de pertinência, mencionado anteriormente. As funções mais utilizadas são demonstradas a seguir.

Triangular	$Triângulo(x, a, b, c) = \max\left(0, \min\left[\frac{(x-a)}{(b-a)}, \frac{(c-x)}{(c-b)}\right]\right)$
Trapezoidal	$Trap(x, a, b, c, d) = \max\left(0, \min\left[\frac{(x-a)}{(b-a)}, 1, \frac{(d-x)}{(d-c)}\right]\right)$
Gaussiana	$Gaussiana(x, s, c) = \exp\left\{-\frac{(x-c)^2}{s}\right\}$
Sigmoidal	$Sig(x, a, c) = \frac{1}{1 + \exp[-a(x-c)]}$

Fonte: adaptado de Bojadziev e Bojadziev (1997).

Figura 2 – Funções de Pertinência *Fuzzy*

O segundo passo do processo de controle *fuzzy* são as regras de avaliação. As regras *fuzzy* são declarações SE – ENTÃO (*IF-THEN*) que descrevem a ação a ser feita em resposta a várias entradas *fuzzy*. Pode-se usar como exemplo um sistema de classificação do perfil do investidor quanto à política de investimentos financeiros, onde uma das regras poderia ser a seguinte:

SE idade é Jovem **E** Renda é Alta, **ENTÃO** perfil de investimento é Arrojado.

Em síntese, o formato das regras obedece ao seguinte padrão:

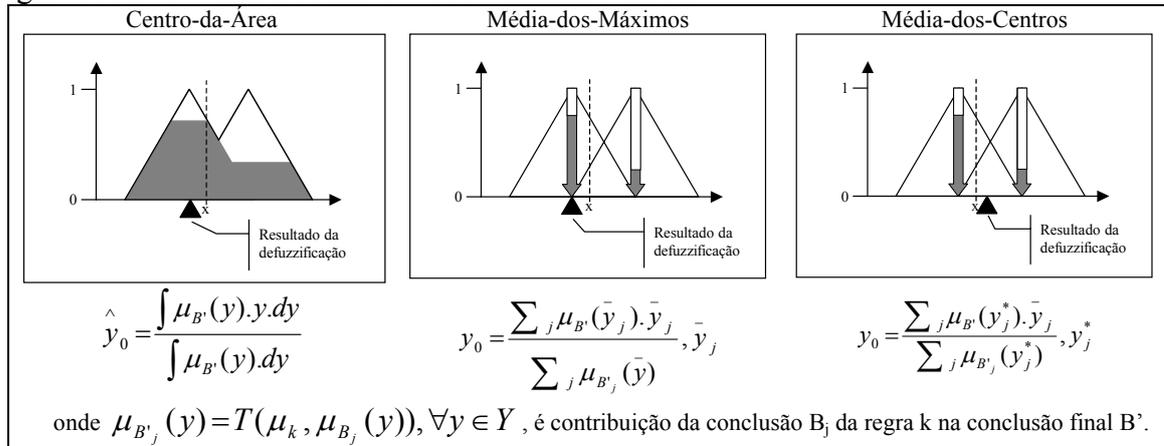
SE (antecedente 1) **E** (antecedente 2)... **ENTÃO** (conseqüente 1)

Um sistema *fuzzy* baseado em regras pode aprender relações entre dados por intermédio da modificação das regras durante a fase de aprendizado. Esse procedimento, geralmente realizado por meio de redes neurais, leva a uma relação *fuzzy* alterada dinamicamente, ou seja, a *base de conhecimento* se amolda dinamicamente aos dados que foram utilizados para a aprendizagem.

2.2.3 Defuzzificação

O sistema *fuzzy*, ao receber uma entrada, transforma-a em uma entrada *fuzzy* que, por sua vez, é submetida ao sistema de inferência (regras *fuzzy*) que devolve uma saída *fuzzy* para este sistema. Porém, em muitos casos, é desejável um valor numérico na saída. A defuzzificação (apesar do nome) não é exatamente o processo inverso da fuzzificação. Diversos métodos têm sido propostos na literatura, entre os quais se pode destacar o Centro-

da-Área, a Média-dos-Máximos e a Média-dos-Centros. A Figura 3 evidencia resumidamente os gráficos e fórmulas de cada um dos métodos citados.



Fonte: adaptado de Shaw e Simões (2001).

Figura 03 – Métodos de Defuzzificação

2.3 Programação linear

Remontar às origens da Teoria da Programação Matemática e rastrear os pensamentos que influenciaram a busca de soluções ótimas para problemas é um convite a ingressar numa máquina do tempo e revirar as gavetas das necessidades militares, da indústria, da economia. (GOMES, GOMES e ALMEIDA, 2006)

Todavia, foi somente após a Segunda Guerra Mundial que se deu a maior contribuição ao desenvolvimento da programação matemática, com base nos esforços do Governo Americano, no intuito de se aplicarem técnicas matemáticas aos problemas orçamentários e planejamento militar. De lá aos dias atuais, a programação linear vem encontrando aplicações nos mais distintos ramos do conhecimento humano. (GOMES, GOMES e ALMEIDA, 2006)

A utilização de modelos de Programação Matemática para resolução de problemas de decisão empresarial constitui-se na aplicação dos conhecimentos científicos oriundos, inicialmente, do campo de conhecimento da Pesquisa Operacional (PO). Nessa abordagem, a modelagem matemática corresponde à codificação do objetivo e das restrições do problema em linguagem simbólica; no caso, por meio de equações matemáticas; e a solução é obtida pela utilização de métodos sistemáticos de resolução, ou seja, por meio de algoritmos matemáticos compatíveis com a modelagem realizada. (REIS e MARTINS, 2001)

A formulação padrão de um problema de Programação Matemática pode ser apresentada pelo seguinte modelo:

1. **Maximizar** (ou **Minimizar**) $\rightarrow z = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ (1)
2. sujeito a $g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) >, =$ ou $< b_i, i: 1 \dots m$ (2)
3. $S = \{ x = (x_1, x_2, \dots, x_n) / g_i(x) >, =$ ou $< b_i, i: 1 \dots m \}$ (3)

onde

- x_1 - são denominadas variáveis de decisão e representam as qualidades ou recursos que se quer denominar para maximizar (ou minimizar) o valor da função objetivo;
- b_i - representa, em geral, as quantidades disponíveis de cada recurso;
- n - quantidade de variáveis de decisão do problema;
- m - quantidade de restrições do problema.

e

(1) é a função matemática que codifica o objetivo do problema e é denominada função objetivo do modelo;

(2) são as equações matemáticas que codificam as restrições do problema;

(3) é o conjunto de soluções viáveis do problema. Qualquer solução viável x^* , que torna o valor da função z máximo (ou mínimo), é considerada uma solução ótima para o problema.

Se a função objetivo ($f(x)$) e as m restrições $g_i(x)$ são representadas por funções lineares, o modelo é classificado como sendo um modelo de Programação Linear (PL). Se pelo menos uma das funções não é linear, então o modelo é classificado como um modelo de Programação Não-Linear (PNL). Nos modelos probabilísticos, é considerada a distribuição de probabilidades de uma ou mais variáveis do problema, e nos modelos determinísticos pressupõe-se que os dados são obtidos com certeza. (REIS E MARTINS, 2001)

3 METODOLOGIA

3.1 Análise fatorial

Este estudo de caráter exploratório-descritivo (tipo *survey*) se iniciou pela tentativa de verificar a satisfação dos clientes com os produtos e serviços oferecidos por uma empresa que atua no setor de entretenimento noturno, com bar e restaurante em Cruz Alta, interior do Rio Grande do Sul. Dessa forma, realizou-se entrevista aberta e informal com o gerente em que se identificaram-se, em sua concepção, dezessete variáveis, sendo oito relativas a serviços e nove a produtos.

Em seguida, foi construído um instrumento de pesquisa (questionário) contendo as dezessete variáveis mais uma questão sobre a satisfação geral do cliente com a empresa. Os clientes responderam de acordo com a escala de Likert, variando de muito insatisfeito (-2) a muito satisfeito (+2), sua satisfação em relação aos produtos e serviços.

No intuito de utilizar-se uma amostra estatisticamente significativa e generalizável, considerou-se a população de mil e quinhentos frequentadores-mês e definiu-se, como amostra, com grau de confiança de 95%, duzentos e setenta e três clientes a serem entrevistados. O processo de entrevistas ocorreu no período entre outubro e novembro de 2007.

Para o tratamento dos dados, utilizou-se o software SPSS, versão 10.0. Na análise fatorial, optou-se pela rotação *varimax* normalizada. Este processo pretende que, para cada componente principal, existam apenas alguns pesos significativos, maiores que 0,70, e outros sejam próximos de zero, através da maximização da variância entre os fatores para a rotação das matrizes fatoriais.

A análise fatorial realizada obteve medida de adequabilidade da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)=0,7708. Este índice é usado para avaliar a adequabilidade da análise fatorial, sendo que valores acima 0,50 indicam que a análise fatorial pode estar adequada.

Obtiveram-se dois fatores, como demonstra a Tabela 01, com o critério de seleção a partir de autovalores acima de sete, com redução para sete variáveis que se destacaram na determinação de fatores fundamentais no estudo em questão.

Variáveis	Carga fatorial	
	Fator 1	Fator 2
Preço	0,0616	0,7156
Variedade dos produtos	0,1790	0,2033
Localização	0,2064	0,2154
Atendimento	0,4228	0,1398
Ambiente	0,3116	0,2912
Música Ambiente	0,0589	0,7232
Formas de pagamento	0,2092	0,7558
Horário de funcionamento	0,3899	0,6796
Qualidade dos produtos	0,5432	0,3749
Capacitação para informações	0,8086	0,1918
Respeito	0,6944	0,1843
Honestidade	0,6907	0,1107

Variáveis	Carga fatorial	
	Fator 1	Fator 2
Relacionamento	0,8613	0,1131
Cordialidade	0,8409	0,1214
Agilidade	0,6216	0,1673
Eficiência	0,6369	0,1644
Receptividade	0,8263	0,1451

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 01 - Carga fatorial

Conforme demonstra a Tabela 01, o Fator 1 apresenta cargas entre 0,0589 e 0,8613. Neste fator, reuniram-se os principais elementos que podem ser determinantes para a satisfação em relação aos serviços (capacitação, relacionamento, cordialidade e receptividade). O fator 2 apresenta cargas entre 0,1107 e 0,7558, reunindo os principais elementos que podem ser determinantes para a satisfação em relação aos produtos (preço, música ambiente e formas de pagamento).

Ordem Do fator	Carga fatorial (%)	Acumulado (%)	Variáveis Latentes	Variáveis Determinantes
Fator 1	48,66	48,66	Serviços	Relacionamento Cordialidade Receptividade Capacitação
Fator 2	10,82	59,48	Produtos	Música Ambiente Formas de pagamento Preço

Fonte: dados da pesquisa.

Tabela 02 - Análise fatorial

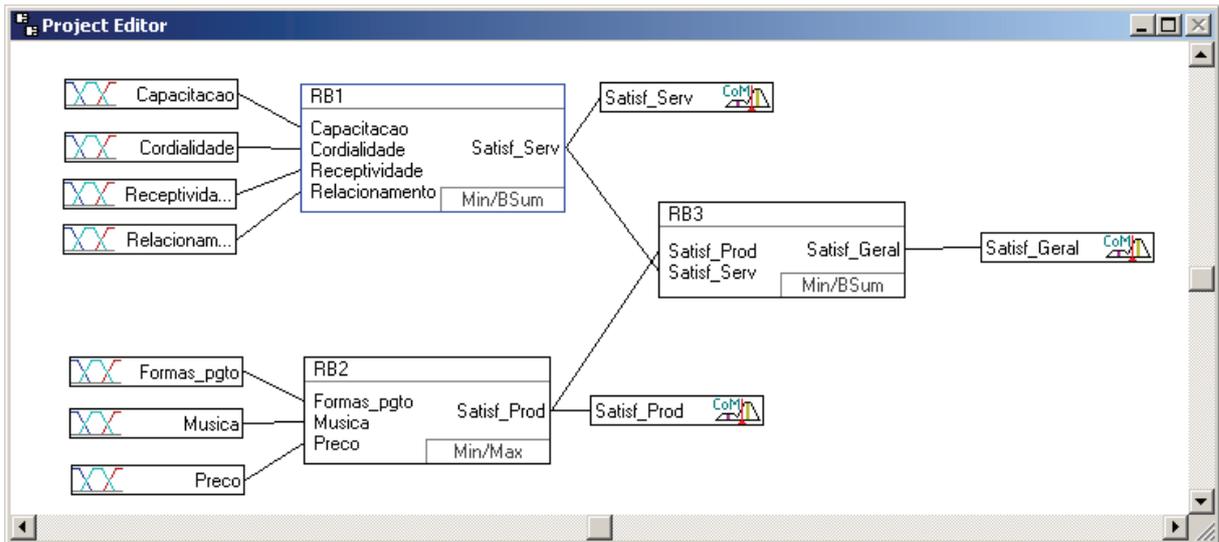
A Tabela 02 apresenta, de forma sintetizada, os resultados obtidos na análise fatorial que explica 59,48% da variância total. O Fator 1, relativo à variável latente Serviços (consistem em atividades, benefícios ou satisfações que são ofertadas para venda e que são essencialmente intangíveis), explica 48,66% e o Fator 2, relativo à variável latente Produtos (são combinações de partes físicas, tangíveis e intangíveis que são oferecidas a um mercado para atenção, aquisição, uso ou consumo e que possa satisfazer a um desejo ou necessidade), explica 10,82%. Dessa forma, para a construção do modelo que utiliza lógica *fuzzy* e do modelo que utiliza programação linear foram consideradas apenas as variáveis determinantes relacionadas na Tabela 02.

3.2 Construção do sistema nebuloso

Para a implementação de sistemas que envolvem lógica *fuzzy*, muitas vezes, faz-se necessária a utilização de um software específico; dentre eles, destacam-se Matlab[®], Fuzzy Calc[®] e o FuzzyTech[®]. Neste estudo, optou-se por utilizar este último, por ser um software desenvolvido especificamente para aplicações que envolvem a lógica *fuzzy*.

a) Construção da árvore de decisões

O primeiro passo do carregamento do sistema consiste em determinar a árvore de decisões que o sistema utilizará, ou seja, quais são as variáveis lingüísticas de entrada, as variáveis de saída, qual a escala de valores atribuída a cada variável, as regras de conduta e o tipo de método de implicação e inferência que serão utilizados.



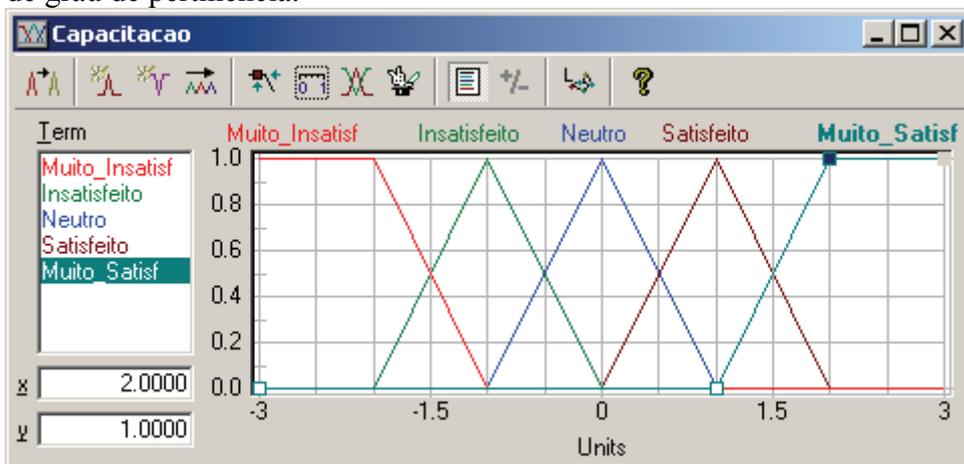
Fonte: autores da pesquisa.

Figura 04 – Árvore de decisões

Conforme a Figura 04, a árvore de decisões do modelo é composta por sete entradas, (capacitação, cordialidade, receptividade e relacionamento – referentes aos serviços de atendimento; formas de pagamento, música e preço – referentes ao produto), duas bases de regras e três saídas (satisfação com os serviços, com os produtos e geral).

b) Construção das variáveis de entrada (input) e saída (output)

Cada variável de entrada e saída recebeu, de acordo com a escala de *Likert*, cinco termos qualitativos (muito insatisfeito, insatisfeito, neutro, satisfeito e muito satisfeito). Cada conjunto recebeu uma faixa de valores correspondendo ao nome que lhe foi dado. Este valor é chamado de grau de pertinência.



Fonte: autores da pesquisa.

Figura 05 – Função *fuzzy* de entrada: Margem Operacional

A Figura 05 exemplifica a variável de entrada “Capacitação”, onde rótulo Muito Insatisfeito possui grau de pertinência igual a um para qualquer valor menor que -2,0, e deste a 0,0 pertinência decrescente até zero. Insatisfeito possui pertinência crescente de -2,0 a -1,0 e decrescente de -1,0 a 0,0. Neutro possui pertinência crescente de -1,0 a 0,0 e decrescente de 0,0 a 1,0. Satisfeito possui pertinência crescente de 0,0 a 1,0 e decrescente de 1,0 a 2,0. Muito Satisfeito possui pertinência crescente de 1,0 a 2,0 e pertinência igual a um acima deste valor.

c) Regras de produção

Para a implementação desse sistema nebuloso, inicialmente foram utilizadas todas as

combinações de regras, atribuídas automaticamente pelo software, para cada uma das três bases de regras. Essa combinação implicou em 5⁴ ou 625 (seiscentos e vinte e cinco) regras para a RB1, 5³ ou 125 (cento e vinte e cinco) regras para a RB2 e 5² ou 25 (vinte e cinco) regras para a RB3. A Figura 06 a seguir demonstra pequena parte da base de regras RB3.

#	IF		THEN	
	Satisf_Prod	Satisf_Serv	DoS	Satisf_Geral
1	Muito_Insatisf	Muito_Insatisf	1.00	Muito_Insatisf
2	Insatisfeito	Muito_Insatisf	1.00	Muito_Insatisf
3	Neutro	Muito_Insatisf	1.00	Muito_Insatisf
4	Satisfeito	Muito_Insatisf	1.00	Muito_Insatisf
5	Muito_Satisf	Muito_Insatisf	1.00	Muito_Insatisf
6	Muito_Insatisf	Insatisfeito	1.00	Insatisfeito
7	Insatisfeito	Insatisfeito	1.00	Insatisfeito
8	Neutro	Insatisfeito	1.00	Insatisfeito
9	Satisfeito	Insatisfeito	1.00	Insatisfeito
10	Muito_Satisf	Insatisfeito	1.00	Insatisfeito

Fonte: autores da pesquisa.

Figura 06 – Base de regras RB3

Todas as combinações de regras receberam peso igual a um (atribuídas automaticamente pelo sistema), porém, na maioria das vezes, as regras não possuem o mesmo peso, e outras sequer influenciam no sistema. Assim, no intuito de se eliminar regras e ajustar o peso correspondente, utilizou-se a ferramenta disponível no FuzzyTech[®] que permite ajustar o peso das regras por meio da utilização de redes neurais. Neste caso específico, utilizou-se uma rede de aprendizado do tipo randômica que utiliza algoritmo do tipo *backpropagation*.

3.2 Construção do modelo utilizando programação linear (PL)

Utilizando-se as sete variáveis determinantes identificadas na análise fatorial, implementou-se a seguinte função objetivo utilizando a ferramenta Solver do Microsoft[®] Excel:

$$\text{Min} \left[\sum_{1-273}^n [(P_1 X_1 + P_2 X_2 + P_3 X_3) + (S_1 Y_1 + S_2 Y_2 + S_3 Y_3 + S_4 Y_4)] - \sum_{1-273}^n [R] \right]$$

Sujeito as seguintes restrições:

$$X_1, X_2, X_3, Y_1, Y_2, Y_3 \text{ e } Y_4 \geq 0,0$$

$$X_1, X_2, X_3, Y_1, Y_2, Y_3 \text{ e } Y_4 \leq 1,0$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 = 1$$

Onde: X₁, X₂, X₃, Y₁, Y₂, Y₃ e Y₄ = variáveis; P₁ = preço, P₂ = música ambiente, P₃ = formas de pagamentos, S₁ = capacitação, S₂ = relacionamento, S₃ = cordialidade e S₄ = receptividade; X₁ = peso atribuído à variável preço; X₂ = peso atribuído à variável música ambiente; X₃ = peso atribuído à variável formas de pagamentos, Y₁ = peso atribuído à variável capacitação, Y₂ = peso atribuído à variável relacionamento, Y₃ = peso atribuído à variável cordialidade e Y₄ = peso atribuído à variável receptividade; R = satisfação dos clientes em relação à empresa.

Após a aplicação nos duzentos e setenta e três questionários, a ferramenta retornou resultado igual a -0,000000000000022 com os seguintes pesos para cada variável X₁ = 0,000000, X₂ = 0,000000, X₃ = 0,073427, Y₁ = 0,146164, Y₂ = 0,247815, Y₃ = 0,282469 e Y₄ = 0,250125. O modelo atribui peso igual a zero para as variáveis Preço e Música ambiente,

7,34% para Formas de pagamento, 14,61% para Capacitação, 24,78% para Relacionamento, 28,24% para Cordialidade e 25,01% para a variável Receptividade. Com esses pesos, foi possível minimizar a diferença entre as respostas dos entrevistados e o modelo.

4 TESTE PRÁTICO COMPARATIVO DOS MODELOS

Os modelos foram testados junto a 50 clientes, quanto à sua capacidade de oferecer respostas consistentes com os objetivos para os quais foram concebidos. Os entrevistados responderam, em uma escala variando de muito insatisfeito a muito satisfeito (-2 a 2 na escala Likert), um novo questionário contendo as variáveis determinantes identificadas na análise fatorial, mais uma questão quanto a sua satisfação geral.

n	Produtos			Serviços				Satisfação geral	Modelo Fuzzy		Modelo PL	
	Preço	Música Ambiente	Formas de pagamento	Capacitação	Relacionamento	Cordialidade	Receptividade		ABS	Erro %	ABS	Erro %
1	1	1	1	1	1	0	2	1	1,0580	1,45	0,97	0,81
2	1	1	0	0	1	1	1	1	0,6161	9,60	0,78	5,49
3	0	-2	0	1	2	1	1	2	0,6944	32,64	1,17	20,64
...											
49	1	1	1	1	1	1	1	1	1,0656	1,64	1,00	0,00
50	1	1	2	1	1	1	1	1	1,6521	16,30	1,07	1,84

Fonte: dados da pesquisa.

Tabela 03 - Comparativo: clientes x modelos

A Tabela 03 demonstra parte das respostas dos entrevistados. Nas colunas produtos e serviços, têm-se as respostas dos clientes quanto a sua satisfação e a coluna Satisfação geral mostra a satisfação geral do cliente em relação aos produtos e serviços da empresa. Nas colunas Modelo *Fuzzy* e PL, têm-se os valores calculados pelos modelos (ABS) e o erro percentual (calculado em relação à amplitude da faixa de resposta de -2 a 2) em relação às respostas dos clientes. Salienta-se ainda que o modelo *Fuzzy* obteve erro médio igual a 10,24% e desvio-padrão 9,89% e o modelo PL obteve erro médio 7,85% e desvio-padrão 9,65%.

Erro %	Modelo Fuzzy			Modelo PL		
	Freq. (ABS)	Freq. (%)	Freq. Acum. (%)	Freq. (ABS)	Freq. (%)	Freq. Acum. (%)
0-10	31	62	62	34	68	68
10-20	15	30	92	7	14	82
20-30	1	2	94	8	16	98
30-40	1	2	96	1	2	100
40-50	2	4	100	0	0	100
Total	50	100	-	50	100	-

Fonte: dados da pesquisa.

Tabela 04 - Distribuição de frequência

A Tabela 04 demonstra a distribuição de frequência do erro dos modelos em relação às respostas dos entrevistados. Dessa forma, observa-se que o modelo *Fuzzy* obteve erro de até 10% em 62% das observações, erro entre 10% e 20% em 30% das observações, e, em nenhum caso, obteve erro superior a 50%. O modelo PL obteve erro de até 10% em 68% das observações, erro entre 10% e 20% em 14% das observações, erro entre 20% e 30% em 16% das observações, e, em nenhuma observação, obteve erro superior a 40%. Em comparação, o modelo *fuzzy* obteve erro de até 20% em 92% das observações, mostrando-se levemente

superior o modelo PL que obteve 82% das respostas com erro de até 20%. Em contrapartida, o modelo PL não obteve erro superior a 40% em nenhuma das observações.

5 CONCLUSÃO

A proposta deste estudo foi a construção e comparação de dois modelos para mensuração da satisfação de clientes. Para simulação e testes de funcionamento dos modelos, utilizou-se o software *FuzzyTech*[®] e a ferramenta Solver do Microsoft[®] Excel. Suas validações operacionais foram realizadas tanto por meio de entrevistas aplicadas junto a clientes e fontes bibliográficas, quanto pela utilização de base de dados para processamento e análise comparativa dos resultados de análises realizadas.

Os tópicos conclusivos deste estudo, bem como sugestões, são as seguintes:

- ↳ A lógica *fuzzy* provê uma interface de alto nível amigável para se desenvolver programas, auxiliando os projetistas a se concentrarem nos objetivos funcionais em vez de nos detalhes matemáticos. As tecnologias *fuzzy* e neural estão dentro da área denominada computação suave, mostrando um enorme potencial para aplicações que combinem conhecimento qualitativo com robustez.
- ↳ A programação linear, por sua vez, requer maior conhecimento matemático na elaboração das funções objetivo e inserção das respectivas restrições dificultando, talvez, sua utilização por aqueles que não tiveram bastante familiaridade com a técnica.
- ↳ Quanto aos aspectos operacionais em si, observou-se que o software *FuzzyTech*[®], utilizado no modelo *fuzzy* é de fácil manuseio, com bons recursos de auxílio ao usuário e com um conjunto de recursos gráficos e visuais que facilitam o entendimento do processo e dos resultados apurados. A ferramenta *Solver*, por sua vez, mostrou-se mais trabalhosa na introdução e análise dos dados. É bom lembrar que são ferramentas desenvolvidas para finalidades distintas.
- ↳ As evidências coletadas em decorrência dos testes aplicados permitem aceitação de ambos os modelos propostos, bem como indicam que os modelos concebidos, especialmente aquele que utiliza a lógica nebulosa, contempla os aspectos ambíguos e incertos inerentes à mensuração da satisfação do cliente.
- ↳ Ambos os modelos permitiram tratar, de forma numérica, predicados tais como “muito insatisfeito”, “insatisfeito”, “neutro”, “satisfeito” e “muito satisfeito”. Como decorrência dos adequados tratamentos, o resultado da avaliação é expresso em um valor numérico que representa a avaliação quantitativa da satisfação do cliente.
- ↳ Ambos os modelos mostraram-se operacionais e, portanto, aplicáveis na mensuração da satisfação do cliente. O potencial de aplicação de versões ampliadas e aperfeiçoadas dos modelos em questão podem ser voltados especificamente para a mensuração da satisfação do cliente.
- ↳ Por não haver na literatura especializada consenso quanto ao método de defuzzificação mais apropriado ao propósito deste modelo, recomenda-se, em estudos posteriores, a utilização comparativa dos diferentes métodos de fuzzyficação e defuzzificação.
- ↳ Outros métodos quantitativos, como os algoritmos genéricos, redes neurais, *fuzzy* paramétrico, que utiliza equações estruturais em vez de base de regras, poderiam ser aplicados em modelos de satisfação do cliente, tendo como base os presentes modelos ou desenvolvidos para aplicações similares.

Finalizando, espera-se que o presente estudo possa contribuir para mensuração da satisfação do cliente na medida em que visou demonstrar a viabilidade da aplicação prática de um instrumento das Ciências Exatas para tentar mensurar elementos típicos das Ciências Sociais Aplicadas. Naturalmente, em razão do seu caráter, a proposta do estudo em si e os modelos conseqüentemente gerados também demandam o envolvimento de pesquisadores de outras disciplinas para melhorar e ampliar as oportunidades de aplicação.

BIBLIOGRAFIA

- ABDELDAYEM, Marwan Mohamed ; KHANFAR, Muhannad Radi. Consumer Expectation and Consumer Satisfaction Measurements: A Case Study from India. *The Business Review*, Cambridge. Hollywood: Dec 2007. Vol. 8, Iss. 2; pg. 303, 7 pgs
- ANTHONY, R; GOVINDARAJAN, V. *Sistemas de Controle Gerencial*. Editora Atlas. São Paulo, 2002.
- ANTUNES, Jerônimo. *Modelo de Avaliação de risco de controle utilizando a lógica nebulosa*. São Paulo: 2004. Tese (Doutorado em Contabilidade e Controladoria) – Departamento de Contabilidade e Atuária da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.
- BAYOU, Mohamed E.; REINSTEIN, Alan. Formula for success: target costing for cost-plus pricing companies. *Journal of Cost Management*, p. 30-34, sep/oct 1997.
- BEYNON, Malcolm J; PEEL, Michael J.; TANG, Yu-Cheng. The application of fuzzy decision tree analysis in an exposition of the antecedents of audit fees. *The International Journal of Management Science*. n 32, p. 231-244. 2004.
- BOJADZIEV, George e BOJADZIEV, Maria. *Fuzzy Logig for Business, Finance ans Management*. London: World Scientific, 1997.
- BORTHICK, FAYE. Artificial Inteligence in auditing: assumption and preliminary development. *Advances in Accounting*. Vol.5, p.179-204, 1987.
- BOULDING W. et al. A dynamic process of services quality: from expectation to behavioral intentions. *Journal of Marketing Research*. Vol. 30. feb. 1993.
- CARDOZO, Richard N. Na Experimental study of consumer effort, expectation and satisfaction. *Journal of Marketing Research*. V.2, 1965.
- DESHMUKH, Ashutosh. ROMINE, Jeff. Assessing the Risk of Management Fraud Using Red Flags: A Fuzzy Number Based Spreadsheet Approach. *Journal of Accounting and Computers*. (4), 3, 1998. p. 5-15.
- DILL, Rodrigo P. ; BORBA, José Alonso . *Um Modelo de Análise da Rentabilidade de Empresas usando a Lógica Nebulosa*. 5º Congresso USP de Contabilidade e Controladoria, São Paulo, 2005.
- DILL, Rodrigo P. ; MURCIA, Fernando Dal Ri ; MAIOR, César Duarte Souto ; DAROS, L. ; SOUTO, J. M. . *Contemplando a Subjetividade na Mensuração do Nível de Satisfação do Cliente: Uma Abordagem Experimental Utilizando os Conceitos da Lógica Fuzzy*. EnANPAD, Salvador, 2006.
- EVARD, Y. *La Satisfaction des consommateurs etat des chercheurs*. Group HEC, Working Paper, 1994.
- FORNELL, C.A. Nacional consumer satisfaction barometer. The Swedish Experience. *Journal of Marketing*, v. 56 Jan, 1992.
- FREZATTI, F et al. *Análise do relacionamento entre a contabilidade gerencial e o processo de planejamento das organizações brasileiras*. Enampad. Brasília, 2005.
- FRIEDLOB, George Thomas. SCHLEIFER, Lydida L. F. Fuzzy Logic: Application for auditing risk and Uncertainty. *Managerial Auditing Journal*. 14, 3, 1999, pp.
- FUZZY LOGIC TOOLBOX USER'S GUIDE, COPYRIGHT 1995–2002 by The MathWorks, Inc.
- GASTAL, Fernanda.; LUCE, Fernando Bins. *A influência da Satisfação e dos custos de Mudança na Lealdade do Cliente*. Anais do Enanpad, 2005.
- GLAUTIER, M.; UNDERDOWN, B.; *Accounting Theory and Practice*. Vol. 5 Pitmam Publishing, 1994.
- GOMES, Luiz F. A. Monteiro; GOMES, Carlos F. S. e ALMEIDA, Adiel Teixeira de. *Tomada de decisão gerencial: um enfoque multicritério*. 2ª ed. São Paulo: Atlas 2006.
- HARRINGTON, Susan; TWARK, Allan. The application of expert systems to security analysis. *Review of Business*. Vol.12, n.4 p.24-30, 1991.
- JIANG, Bernard; HSU, Chi. Development of a fuzzy decision model for manufacturing. *Journal of Intelligent Manufacturing*. V. 14, p.169-181, 2003.
- JOHNSON M.D; ANDERSON E.W.; FORNELL C., *Rational and Adaptive performance expectations in a customer satisfaction framework*. *Journal Consumer Research*, v.21, March 1995.
- KANEKO, T. Building a financial diagnosis system based on fuzzy logic production system. *Computers Ind. Engenhering*. Vol. 31, ¾. 1996.

- LEE, Cheng, TZENG, Gwo, WANG, Shin. A fuzzy set approach for generalized CRR model: nan empirical analysis of S&S 500 Index Options. *Review of Quantitative Finance and Accounting*. Vol.25, n.3, p.255-275, 2005.
- LEITE, Ramon Silva, ELIAS, Cristiano Lourenço; SURDEMAN, Jorge. O Índice Europeu de satisfação de clientes (ECSI): Um estudo empírico de sua aplicação em uma empresa brasileira fornecedora de ERP. *Anais do Enanpad*, 2005.
- LIN, Jerry W.; HWANG, Mark and BECKER, Jack D.. A fuzzy neural network for assessing the risk of fraudulent financial reporting. *Managerial Auditing Journal*, v.18, p.657-665, 2003.
- LOVELOCK, Christopher; WRIGHT, Lauren. *Serviços: Marketing e Gestão*. São Paulo: Saraiva, 2001.
- MURCIA, Fernando Dal-Ri; BORBA, José Alonso; SOUTO-MAIOR, Cesar Duarte. Modelling the Subjectivity of the Target Costing Process with Fuzzy Logic Concepts. *The International Journal of Digital Accounting Research*. Dezembro, 2005
- OLIVER, RL. Satisfaction: a behavioral perspective on the consumer. New York: McGraw Hill, 1997. ___Cognitive, affective, and attribute bases of the satisfaction response. *Journal of Consumer Research*. V.20, 1993.
- PALADINI, Edson Pacheco. *Gestão da qualidade no processo: a qualidade na produção de bens e serviços*. São Paulo: Atlas, 1995.
- PEREIRA, C; GUERREIRO, R. Avaliação do processo de mudança da contabilidade gerencial sob o enfoque da teoria institucional: o caso do Banco do Brasil. *Enanpad*. Brasília, 2005.
- RANGONE, Andréa. Linking organizational effectiveness, key success factors and performance measures: an analytical framework. *Management Accounting Research*, 1997, 8, 207-219.
- REIS, Solange G. dos, MARTINS, Eliseu. Planejamento do Balanço Bancário: Desenvolvimento de um Modelo Matemático de Otimização do Retorno Econômico Ajustado ao Risco. *Revista Contabilidade & Finanças FIPECAFI - FEA - USP*, São Paulo, FIPECAFI, v.15, n. 26, p. 58 - 80, maio/agosto 2001.
- ROSSI, Carlos Alberto Vargas e SLONGO, Luiz Antonio. Pesquisa de Satisfação dos Clientes: O Estado- da- Arte e a Proposição de um Modelo Brasileiro. *RAC*, v. 2, n.1, Jan/ Abr. 1998.
- SAHIN, Ugur; DOGAN, Ibrahim. Supplier selection using activity based costing and fuzzy present-worth techniques. *Logistics Information Management*. Vol. 16, p.420-426. 2003.
- SALAZAR, Viviane Santos; FARIAS, Salomão Alencar de. Atmosfera de serviços em restaurantes gastronômicos: influências hedônicas na satisfação do consumidor. *Anais do Enanpad*, 2006.
- SERGUIEVA, Antoaneta. HUNTER, John. Fuzzy interval methods in investment risk appraisal. *Fuzzy Sets and Systems*. Vol. 142. 443-466. 2004.
- SHAW, Ian S. e SIMÕES, Marcelo Godoy. *Controle e Modelagem Fuzzy*. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.
- SHEHAB, E.; ABDALLA, H. Intelligent Knowledge based system for product cost modeling. *Advanced Manufacturing Technology*. Vol 19, p.49-65, 2002.
- SIEGEL, Philip H., KORVIN, Andre de, OMER, Khursheed. (Editors). *Applications of Fuzzy Sets and the Theory of Evidence to Accounting*, II. JAI Press. Stanford. 1998.
- SILVA, Jorge; OLIVERIA, Carlos. Grupos estratégicos e visão resource-based: uma aplicação de sistemas neuro-fuzzy. *Enanpad*. Brasília, 2005.
- STEINBART, Paul. The construction of a ruled-based expert system as a method for studying materiality judgments. *The Accounting Review*. n.1, p.97-116, January 1987.
- SYAU, Yu-Ru, et ali. Fuzzy numbers in the credit rating of enterprise financial condition. *Review of Quantitative Finance and Accounting*. 17: 35. 2001.
- TAM, Nguyen Phuong e BORGES, Borges. A Segmentação de Mercado a Partir do Método Fuzzy Logic: Uma Alternativa Metodológica Para o Problema de Superposição dos Segmentos na Classificação. *Enanpad*. Campinas, 2001.
- VON ALTROCK, Constantin. *Fuzzy logic and neroFuzzy applications in business and finance*. New Jersey: Prentice Hall, 1995.
- WAKMATSU, Andre; CHENG, Liang. Metodologia para análise de opiniões na tomada de decisão em grupo utilizando a teoria de sistemas fuzzy – aplicação na alocação dos elementos do canteiro de obras. *Enanpad*. Brasília, 2005.

WESTBROOK, Robert; OLIVER, Richard. The dimensionality of consumption emotion patterns and consumer satisfaction. *Journal of Consumer Research*. V.18, n.1 , 1991.

YAGER, R.S.; OVCHINNOIKOV, r Tong and NGUYEN, H. *Fuzzy Sets and Applications*. Slected paper by L. A. Zadeh, New York: John Wiley, 1987.

ZADEH, Lotfi. *Fuzzy Sets*. *Information and Control*. Vol.8, p.338-353, 1965.