

LÓGICA FUZZY APLICADA À AVALIAÇÃO DA SATISFAÇÃO DE PACIENTES DO CAETAN

André V. Gonçalves¹

Eugênio M. S. Júnior²

Isaura C. B. Monteiro³

Renê Rodrigues Veloso⁴

Resumo:

A satisfação do cliente é muito importante para as empresas. Na área da saúde, deixar o paciente satisfeito é ainda mais importante, uma vez que este já encontra em uma situação incômoda e que necessita de atendimento médico. Este trabalho tem como proposta a utilização da lógica fuzzy para se obter uma medida da satisfação geral dos pacientes atendidos pelo CAETAN. O estudo utilizou como entrada os questionários que são atualmente utilizados na avaliação do atendimento e do tempo de espera. Com base nesses dados, foi possível produzir um valor que representa a satisfação geral do paciente.

Palavras-chave: Lógica fuzzy. Satisfação do paciente. Medida.

1 Introdução

A satisfação dos clientes é um fator muito importante para as empresas. Na área da saúde, a satisfação do paciente é ainda mais importante, pois este já se encontra numa situação incômoda e que necessita de cuidados especiais. Portanto, medir a satisfação dos pacientes é de fundamental importância para a tomada de decisões nas organizações.

O Centro Ambulatorial de Especialidades Tancredo Neves (CAETAN), por meio da Ouvidoria do Hospital Universitário Clemente de Faria - Unimontes, realiza uma pesquisa de satisfação com os pacientes. Essa pesquisa avalia, numa escala de zero (0) a dez (10), o nível de satisfação em relação ao atendimento e ao tempo de espera. Porém, essas questões são avaliadas separadamente, o que não possibilita uma avaliação geral do atendimento prestado.

¹ Possui graduação em Sistemas de Informação (2009) e pós-graduação em Engenharia de Sistemas (2012) ambas pela UNIMONTES. Atualmente é Analista de Tecnologia da Informação da UFVJM.

² Possui graduação em Sistemas de Informação (2008) e pós-graduação em Engenharia de Sistemas (2012) ambas pela UNIMONTES. Atualmente é Analista de Tecnologia da Informação da UFMG.

³ Possui graduação em Administração (2011) pela Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes. Atualmente, trabalha no Banco do Brasil.

⁴ Possui graduação em Ciência da Computação pela PUC-Minas (2002) e mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Uberlândia (2006). Atualmente é professor da Universidade Estadual de Montes Claros/MG (UNIMONTES) e doutorando em Ciência da Computação na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

1.1 Pesquisa de marketing

A American Marketing Association elaborou a seguinte definição para pesquisa de marketing:

“Pesquisa de Marketing é a função que liga o consumidor, o cliente e o público ao nome de *marketing* por meio da informação – usada para identificar e definir oportunidades e problemas de mercado; gerar, refinar e avaliar ações de *marketing*; monitorar o desempenho de *marketing*; melhorar a compreensão do *marketing* como processo (Bennett, 1988 apud Vieira, 2002)”.

O principal objetivo do marketing é identificar e, em seguida, satisfazer as necessidades dos clientes (Malhotra et al., 2005). Por isso, a pesquisa de marketing pode ajudar as organizações a tomarem decisões em relação a seus produtos ou serviços baseando-se em informações obtidas junto a seu público-alvo.

Este trabalho trata particularmente da satisfação em relação a um serviço. Por isso é importante conhecer as peculiaridades de um serviço e o que o diferencia de um produto. Serviço é “qualquer ato ou desempenho que uma parte pode oferecer a outra e que seja essencialmente intangível e não resulte na propriedade de nada. Sua produção pode ou não estar relacionada a um produto físico” Kotler (1998). Boone e Kurtz (1998) caracterizam serviço como: intangíveis; inseparáveis do prestador; perecíveis; de difícil padronização; têm envolvimento dos clientes no seu desenvolvimento e distribuição e têm qualidade muito variável.

1.2 Satisfação

Satisfação é o sentimento de prazer ou de desapontamento resultante da comparação do desempenho esperado pelo produto ou serviço, em relação às expectativas da pessoa (Kotler, 1998).

Uma das formas de se avaliar a satisfação dos clientes é a aplicação de questionários. Segundo Hoffman e Bateson (2003), os questionários de satisfação do cliente sinalizam que a empresa se importa com seus clientes e precisa de suas opiniões. Além disso, os

dados coletados de questionários facilitam o desenvolvimento dos programas de treinamento de funcionários, identificam forças e fraquezas no processo de prestação de serviço da empresa e fornecem informações para serem usadas na análise de desempenho dos funcionários.

No caso específico dos serviços de saúde, segundo Gonçalves (1983), a satisfação das necessidades do paciente, com relação aos cuidados e tratamento de que necessita é a principal forma de satisfação.

Sheth, Mittal e Newman (2001) apud. Rodrigues et. al. (2010), destacam que é difícil para as empresas entender o processo dos clientes se tornarem satisfeitos ou insatisfeitos. A satisfação ou insatisfação se dá após a experiência adquirida com o uso de um produto ou serviço e a percepção de valor recebido com essa experiência.

A satisfação frequentemente é determinada pelo quanto o desempenho de um produto é coerente com as expectativas prévias do consumidor sobre seu funcionamento (Solomon, 2002 apud Rodrigues et. al. 2010).

Segundo Rodrigues et. al (2010), existem diversos modelos matemáticos para medir o nível de satisfação de um indivíduo, entre os quais está a lógica fuzzy. Para tanto, este artigo discorre sobre o uso da lógica fuzzy como ferramenta para se obter a satisfação geral dos pacientes com base nos questionários aplicados pela ouvidoria. Por conseguinte, o restante do artigo está dividido em: As Seções 2 e 3 apresentam alguns fundamentos de lógica e Sistemas Fuzzy. A Seção 4 apresenta a metodologia usada neste trabalho. A Seção 5 conclui este trabalho.

2 Lógica fuzzy

Para compreender o conceito de lógica fuzzy, é necessário, antes, conhecer o conceito de lógica. Lógica, de acordo com Chen e Pham (2001), é o estudo dos métodos e princípios do raciocínio humano.

Ainda segundo Chen e Pham (2001), a lógica clássica é construída sobre o conceito fundamental de conjunto, do qual um elemento pode ser membro ou não. Em outras palavras, existe uma fronteira nítida entre ser ou não ser membro de um conjunto. Por isso, essa lógica não é capaz de tratar o aspecto vago da informação (Sandri e Correa, 1999). Esse foi um dos motivos que levou Lotfi Zadeh a desenvolver, em 1965, a lógica fuzzy.

Desse modo, a lógica clássica pode ser vista como um caso particular da lógica fuzzy (Sandri e Correa, 1999).

A Lógica Fuzzy ou Lógica Nebulosa é uma teoria que busca tratar da imperfeição e incerteza contida na informação. A técnica por ela utilizada se baseia em um raciocínio aproximado ao invés de exato e com isso é possível avaliar as variáveis que envolvem o problema de maneira qualitativa em vários níveis e classificações.

Gomide e Gudwin (1994) afirmam que enquanto a lógica clássica possui apenas os quantificadores existenciais e universais, a lógica fuzzy admite, em adição, uma ampla variedade de quantificadores, como por exemplo: pouco, muito, usualmente, frequentemente, talvez, etc.

Portanto, através de características particulares na modelagem do problema, a lógica fuzzy consegue traduzir em termos matemáticos a informação imprecisa contidas na linguagem natural.

2.1 Conjuntos fuzzy

Na teoria dos conjuntos clássicos, um elemento pertence a um conjunto ou não. Por exemplo, dado um universo de valores U e um elemento em particular x aplicado a uma função característica, apresentará imagem 1 se pertencer ao conjunto ou imagem 0 caso não pertença:

$$\mu_A(x): U \rightarrow \{0,1\}$$

$$\mu_A(x) = 1 \text{ se } x \in A$$

$$\mu_A(x) = 0 \text{ se } x \notin A$$

Zadeh propôs uma caracterização mais ampla ao perceber que alguns elementos são mais membros de um conjunto do que de outros, podendo assumir um número infinito de valores no intervalo $[0, 1]$. Um conjunto fuzzy A em um universo U é definido por uma função de pertinência de μ_A da seguinte forma:

$$A = \{\mu_A(x) / x\}, x \in U$$

Segundo Tanscheit (2001), um conjunto suporte de um conjunto fuzzy A é composto pelos elementos x do universo U que possuam $\mu_A(x) > 0$. Caso o conjunto suporte tenha apenas um único ponto, ele é chamado de conjunto unitário fuzzy ou singleton.

Considerando a possibilidade de existência de inúmeras funções de pertinência aplicadas a um universo U , poderá haver vários conjuntos fuzzy com diferentes características. Dados dois conjuntos A e B , com funções de pertinência μ_A e μ_B , três operações básicas poderão ser utilizadas:

- Complemento de A : $\mu_{\neg A}(x) = 1 - \mu_A(x)$
- União A e B : $\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x)$
- Interseção A e B : $\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x)$

A operação de união pode ser implementada através do operador máximo ou da soma. Já na operação de interseção pode-se usar o operador mínimo ou o produto das relações (Pedrycz, 1989).

Além dessas operações básicas, as relações também estão sujeitas às regras que são compostas de condições de controle e da ação que será adotada. Diante de uma parcela observável das saídas é associada uma ação que irá manter ou levar o processo às condições desejadas. Essas regras são chamadas de declarações condicionais fuzzy ou regras fuzzy (Gomide e Gudwin, 1994).

As regras fuzzy são frequentemente representadas pelo tipo “se-então”, constituindo-se frases da forma “se x é A então y é B ”. Para esse tipo de situação utiliza-se o operador de implicação, expresso assim:

$$\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = f \rightarrow (\mu_A(x), \mu_B(y))$$

Geralmente o operador de implicação é representado pela minimização aplicada a duas relações, sendo uma a relação de proposição condicional e a outra a ação correspondente, definida da seguinte maneira:

$$\mu_{R(A \rightarrow B)}(x, y) = \min(\mu_A(x), \mu_B(y)); x \in U, y \in U$$

De posse desses conceitos, é possível elaborar um conjunto de regras capaz de produzir resultados baseados nas operações envolvendo as relações de pertinência.

3 Sistemas fuzzy

Segundo Sandri e Correa (1999), o Sistema Fuzzy ou Controlador Nebuloso utiliza-se de regras lógicas para descrever o algoritmo de controle, ao contrário dos controladores convencionais que utilizam equações algébricas ou diferenciais. Desse modo, o controlador nebuloso descreve numa rotina a experiência humana, intuição e heurística. Guerra (1998) apud. Sandri e Correa (1999) afirma ainda que os controladores nebulosos são robustos e de grande adaptabilidade, incorporando conhecimento que outros sistemas nem sempre conseguem acomodar. Geralmente, esse tipo de controlador tem maior utilidade em sistemas não-lineares e em sistemas onde a incerteza se faz presente (Sandri e Correa, 1999).

Segundo Cox (1995) apud Jané (2004), a estrutura de um Sistema de Controle Fuzzy é baseada em três operações básicas. A forma como essas operações estão relacionadas é apresentada na Figura 1.

A fuzificação é a primeira etapa a ser realizada por um sistema fuzzy. O propósito dessa etapa é fazer com que o valor físico de entrada fique compatível com as regras de controle fuzzy (Chen e Pham, 2001). Os valores são captados do ambiente em questão e

são transformados em instâncias das variáveis linguísticas. Pinho (1999) apud Jané (2004), afirma que a consulta a especialistas da área estudada contribui para maior precisão na atribuição dos valores associados aos graus de pertinência.

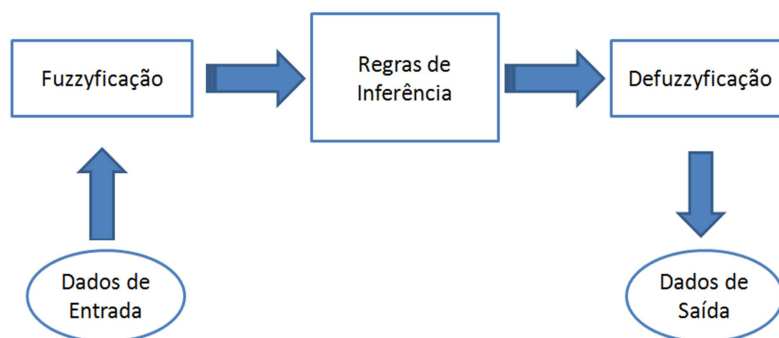


Figura 1 – Estrutura de um Sistema Fuzzy

Após os dados serem adequados às variáveis linguísticas, a próxima fase do sistema fuzzy é denominada inferência fuzzy, cuja finalidade é criar uma relação entre as variáveis por meio de regras pré-estabelecidas (Jané, 2004). Essas regras são do tipo “Se-Então”, são elaboradas por um especialista no assunto estudado e, segundo Sandri e Correa (1999), é importante que existam tantas regras quantas forem necessárias para mapear totalmente as combinações dos termos das variáveis. Em outras palavras, o número de regras deve garantir que exista sempre ao menos uma regra a ser disparada para qualquer entrada. Outro aspecto importante é a consistência, ou seja, não devem existir contradições entre as regras (Sandri e Correa, 1999).

Existem dois modelos de controladores nebulosos, o modelo clássico de Mandani e o de Larsen, e os modelos de interpolação de Takagi-Sugeno e o de Tsukamoto. Segundo Sandri e Correa (1999), esses modelos diferem quanto à forma de representação dos termos na premissa, quanto à representação das ações de controle e quanto aos operadores utilizados para implementação do controlador.

A terceira e última fase do processo é a defuzificação. Cox (1995) apud Jané (2004), define defuzificação como o processo de conversão de um número fuzzy em um número real. Desse modo, a defuzificação é o inverso da fuzificação (Chen e Pham, 2001). De

acordo com Sandri e Correa (1999), esse passo só é necessário em controladores do tipo clássico, uma vez que os controladores do tipo interpolação já emitem os valores precisos para o processo controlado.

Sandri e Correa (1999) descrevem os três métodos de defuzificação mais utilizados da seguinte forma:

1. Primeiro Máximo (SOM): o valor de saída é obtido no ponto em que o grau de pertinência da distribuição da ação de controle atinge o primeiro valor máximo.
2. Média dos Máximos (MOM): obtido no ponto médio entre os valores que tem o maior grau de pertinência inferido pelas regras.
3. Centro de Área (COA): o valor de saída é o centro de gravidade da função de distribuição de possibilidade do valor de saída.

Ainda segundo Sandri e Correa (1999), existem outros métodos de defuzificação, apresentando diferenças de velocidade e eficiência, características que devem ser levadas em consideração juntamente com os requisitos do projeto.

4 Metodologia

Este trabalho foi feito com base nos questionários aplicados no Centro Ambulatorial de Especialidades Tancredo Neves (CAETAN) pela Ouvidoria do Hospital Universitário Clemente de Faria (HUCF). Esse questionário contém perguntas que visam avaliar o atendimento médico, dos profissionais da enfermagem e da recepção. Todas essas avaliações variam numa escala de 0 a 10. Outra pergunta contida no questionário busca saber qual foi o tempo de espera do paciente e qual a avaliação dada para esse tempo. Porém, essas questões não fornecem uma nota total para o atendimento da instituição.

Devido ao fato dessas avaliações estarem apresentadas sob a forma de escala e terem certo grau de incerteza, um sistema fuzzy torna-se uma alternativa interessante para se obter uma nota total para atendimento prestado pela instituição.

Tendo em vista que os principais fatores que influenciam na satisfação de um paciente são o atendimento médico, o atendimento dos profissionais da recepção e o tempo de espera, o sistema fuzzy foi criado para trabalhar com essas entradas. A saída foi chamada de satisfação geral e varia de muito insatisfeito (0) a muito satisfeito (10).

Para o desenvolvimento do sistema fuzzy proposto utilizou-se o software Matlab versão 7.10. Esse aplicativo oferece um conjunto de ferramentas que inclui uma interface gráfica o que facilita a definição das funções de pertinência e regras fuzzy.

Por meio do Matlab e com base nas perguntas contidas no questionário, foram criadas as seguintes variáveis entrada: avaliação do atendimento médico, tempo de espera e avaliação da recepção.

As variáveis de entrada que avaliam o atendimento médico e a recepção foram divididas em três termos linguísticos: ruim, regular e bom. A Figura 2 apresenta essas funções de pertinência.

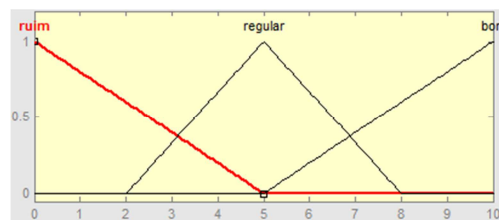


Figura 2 – Funções de pertinência das avaliações

A variável de entrada “tempo de espera” foi definida por três níveis de classificação: baixo, médio e alto. O universo dessa variável está compreendido entre 0 e 6 horas, sendo que qualquer valor acima de 3 horas de espera é considerado alto (Fig. 3).

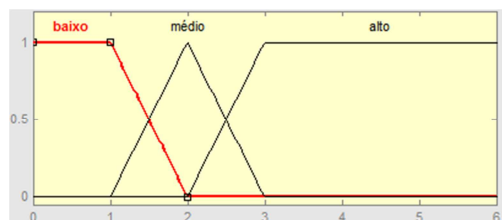


Figura 3 – Funções de pertinência do tempo de espera

A variável de saída representa a satisfação geral obtida por meio da combinação das três variáveis de entrada. Os níveis de satisfação apresentados são: muito insatisfeito, insatisfeito, média, satisfeito, muito satisfeito (Fig. 4).

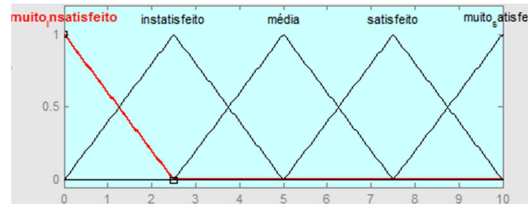


Figura 4 – Funções de pertinência da satisfação geral

Para obtenção do nível final de satisfação foram definidas 17 regras, todas com peso igual a um. Algumas dessas regras são apresentadas a seguir:

- Se (médico é ruim) então (satisfação é muito_insatisfeito) (1)
- Se (médico é bom) e (espera é baixo) e (recepção é bom) então (satisfação é muito_satisfeito) (1)

Os testes apontaram que o melhor método de defuzzificação para o problema tratado foi o centro de gravidade.

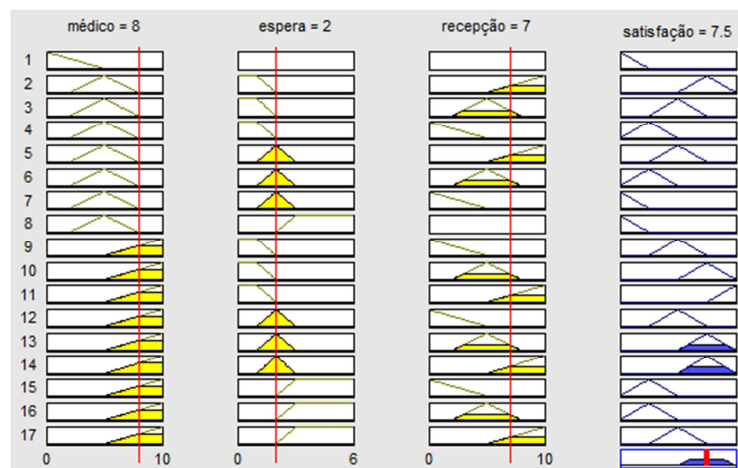


Figura 5 – Regras fuzzy

A partir do sistema fuzzy concluído, foi possível realizar testes para medir a satisfação dos pacientes. Os testes apresentaram resultados compatíveis com a realidade, uma vez

que houve uma ponderação entre as notas dadas pelos pacientes e o tempo de espera medido.

A Figura 5 apresenta as regras fuzzy e um exemplo de valores avaliados. Nesse exemplo, o paciente avaliou o atendimento médico com nota 8, o atendimento da recepção com nota 7 e esperou 2 horas para ser atendido. Portanto, sua satisfação geral foi 7,5.

5 Conclusão

A lógica fuzzy propicia uma facilidade na modelagem de problemas que necessitam de tratar informações imprecisas por meio de um raciocínio aproximado baseado em variáveis linguísticas. Dessa forma, este trabalho apresentou um sistema fuzzy que auxilia na obtenção de uma nota mais justa para o nível de satisfação geral do paciente atendido no CAETAN.

Os resultados obtidos, em decorrência dos testes aplicados se mostraram compatíveis com a realidade, podendo ser aplicados perfeitamente como uma forma de avaliação do atendimento mais consistente.

Para melhoria do sistema fuzzy, pode-se acrescentar outras variáveis de entrada, refinar os termos linguísticos e ainda submetê-lo a uma avaliação de um especialista da área de atendimento ao cliente para comprovação dos resultados.

REFERÊNCIAS

- Boone, L. E. e Kurtz, D. L. (1998). **Marketing contemporâneo**. 8. ed. Rio de Janeiro.
- Chen, G. e Pham, T. T. (2001). **Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic and fuzzy control systems**. Houston.
- Gomide, F. A. C. e Gudwin, R. R. (1994). **Modelagem, Controle, Sistemas e Lógica Fuzzy**. SBA Controle & Automação Vol. 4.

Gonçalves, E. L. (coord.) (1983). **O hospital e a visão administrativa contemporânea**. São Paulo: Pioneira.

Hoffman, K. D. e Bateson J. E. G (2003). **Princípios de marketing de serviços: conceitos, estratégias e casos**. São Paulo: Thomson.

Jané, D. A. (2004). **Uma introdução ao estudo da lógica fuzzy**, Ourinhos.

Kotler, P. (1998). **Marketing de serviços: análise, planejamento, implementação e controle**. 5. ed. São Paulo: Atlas.

Malhotra, N. K. et al. (2005). **Introdução à pesquisa de marketing**. Tradução: Robert Brian Taylor. São Paulo: Pearson Prentice Hall.

Pedrycz, W. (1989). **Fuzzy Control and Fuzzy Systems**. - John Wiley and Sons Inc, Nova York.

Rodrigues, W. O. P. et al. (2010). **Mensuração da satisfação do cliente: uma comparação entre lógica fuzzy e regressão linear**. Congresso Internacional de Administração.

Sandri, S. e Correa, C. (1999). **Lógica Nebulosa**. São José dos Campos.

Tanscheit, R. (2001). **Lógica Fuzzy, Raciocínio Aproximado e Mecanismos de Inferência**. Departamento de Engenharia Elétrica PUC Rio de Janeiro.

Vieira, V. A. (2002). **As tipologias, variações e características da pesquisa de marketing**. Revista FAE, Curitiba.

Abstract:

Customer satisfaction is very important for companies. In the health area, make the patient satisfied is even more important, since this already in an uncomfortable situation and needs medical attention. This paper proposes the use of fuzzy logic to obtain a measure of overall satisfaction of patients attended by CAETAN. The study used as input the questionnaires that are currently used in the assessment of care and waiting time. Based on those data, it was possible to produce a value that represents the overall patient satisfaction.

Keywords: Fuzzy logic. Patient satisfaction. Peasurement.