

# DECISION SUPPORT NEURO-FUZZY MODEL BASED ON CUSTOMER IN SHOPPING CENTER

## MODELO NEURO-FUZZY DE APOIO À DECISÃO BASEADO NOS CLIENTES EM SHOPPING CENTER

Caroline M. Marques<sup>1</sup>✉

*Pontifícia Universidade Católica (PUC), Rio de Janeiro, Brasil*

✉ [engcarolinemrts@gmail.com](mailto:engcarolinemrts@gmail.com)

*Recebido: 26 Outubro 2021 / Aceito: 16 Junho 2022 / Publicado: 17 setembro 2022*

### ABSTRACT.

This study presents the development of a mathematical decision support model, based on attributes relevant to the perception of customers in a shopping mall. Aspects related to the quality of the mall are addressed in terms of well-being, leisure and consumption. With an exploratory focus, in applied research, it was supported by a literature review to identify the attributes linked to the customer experience in a Shopping Center, followed by a qualitative approach applied in a case study. To do this, it was necessary to interview 100 people to collect data on the attributes. The output of the model allows to reflect the consensus of the opinion of customers through management indicators. The main one being the IPC, which resulted in 6.90 to [0.10], with zero being the worst score. Although the ipc result does not exceed customer expectations, the services other indicators, for the most part, characterize improvement, but with a margin of improvement.

**Keywords:** Decision Support, Fuzzy Theory, Shopping Center

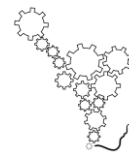
### RESUMO.

Este estudo apresenta o desenvolvimento de um modelo matemático de apoio à decisão, baseado em atributos relevantes à percepção dos clientes de um Shopping Center. Abordam-se os aspectos relacionados à qualidade do shopping quanto ao bem-estar, lazer e consumo. Com foco exploratório, em uma pesquisa de natureza aplicada, apoiou-se na revisão bibliográfica para identificação dos atributos vinculados com a experiência do cliente em Shopping Center, seguindo-se com abordagem qualitativa aplicada em estudo de caso. Para tal necessitou-se entrevistar 100 pessoas para coleta de dados sobre os atributos. A saída do modelo permite refletir o consenso da opinião dos clientes por intermédio de indicadores gerenciais. Sendo o principal o IPC, que resultou em 6,90 para [0,10], sendo zero a pior nota. Embora o resultado do IPC evidencie não superação às expectativas dos clientes, os serviços outros indicadores, em sua maioria, caracterizam melhoria, mas com margem de aperfeiçoamento.

**Palavras-chave:** Apoio a Decisão, Shopping Center, Teoria Fuzzy

## 1 INTRODUÇÃO

Abrangente, o segmento de Shopping Center é composto por empresas de pequeno a grande porte do varejo em sua cadeia de clientes e fornecedores, cada qual operando em



diferentes áreas buscando objetivos particulares. Neste negócio os consumidores, razão principal dessa atividade econômica, buscam por mais variedades nos produtos e experiências de qualidade nos serviços.

Fidelizar o cliente e desenvolver gestão especializada são elementos necessários a manutenção da competitividade do empreendimento. Conhecer o impacto do negócio ao cliente seja ela em forma de produto ou serviço compõem os fatores de sucesso as tomadas de decisão empresarial assertivas.

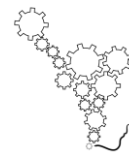
Para compreender o comportamento e desejo do consumidor, diante do que lhe é ofertado, é fundamental o apoio de ferramentas que gerem resultados tangíveis, tornando-se referência a interpretação da visão do negócio, conseqüentemente, aperfeiçoar o modelo de gestão dos Shopping Centers.

O aumento constante das exigências dos clientes e da competitividade entre as administradoras de Shopping Center no Brasil. Tal cenário evidencia a necessidade contínua de melhoria dos sistemas de gestão nesse segmento. Um mercado competitivo implica em estar preparado para acompanhar mudanças, bem como responder com rápidas decisões, baseadas em fatos e dados, viabilizando a alocação adequada de seus recursos.

É importante ressaltar que, atualmente, as decisões são tomadas pelos especialistas do negócio, principalmente, baseado nas suas experiências e percepções sobre a satisfação subjetiva dos clientes aos serviços do negócio. Nesse sentido, a Teoria Fuzzy apresenta-se como uma ferramenta de possível avaliação de critérios num ambiente repleto de incertezas e informações subjetivas, demonstrando, a partir de dados numéricos, como definir prioridades e investimentos da alta direção.

Para que essas organizações possam ter vantagem competitiva frente a seus concorrentes, elas necessitam monitorar, de forma intensiva e constante, a percepção dos seus clientes, pois desta forma, poderão medir o desempenho da sua própria gestão por longos períodos e, então, tomarem decisões mais rápidas diante de necessidades urgentes. Assim, o investimento em pesquisas que possam demonstrar conhecimento sobre o desejo e expectativas do seu público ao longo do tempo, permite o planejamento da estratégia corporativa.

A elaboração de um modelo matemático que permita traduzir a visão dos clientes sobre os serviços ofertados pela rede de Shopping Center e a sua implementação em aplicativo computacional, caracteriza duas vantagens nos processos decisórios complexos: qualidade e velocidade da informação. Como os clientes, na maioria das vezes, são pessoas que formam



universo nebuloso, ou seja, com visões vagas e imprecisas sobre os produtos e serviços consumidos, escolheu-se utilizar duas técnicas incorporadas à área de Inteligência Artificial, que são: Teoria Fuzzy e Redes Neurais Artificiais (RNA). A utilização dessas duas técnicas juntas, conhecida como Neuro-Fuzzy, em modelagem matemática permite simples implementação em aplicativo computacional, auxiliando o desenvolvimento de estratégias para melhorar o desempenho da empresa sob a visão do cliente.

Sendo assim, o principal objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um modelo matemático que apoie a avaliação dos atributos que representem a percepção dos clientes de Shopping Centers quanto à qualidade dos seus serviços. Para validar e exemplificar o referido desenvolve-se um estudo de caso em certo estabelecimento no Rio de Janeiro.

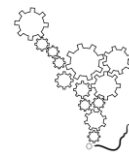
## 2 MÉTODO

Como importante parte do processo de pesquisa, a metodologia utilizada conduz o estudo aos resultados esperados em resposta ao objetivo estipulado. De natureza aplicada, com foco exploratório, a formulação das delimitações e o entendimento acerca da percepção dos clientes do Shopping Center é analisado com abordagem quantitativa por intermédio dos atributos avaliados em investigação na revisão bibliográfica (Freitas & Pradanov, 2013).

Quanto aos procedimentos utilizados, as experiências de especialistas atuantes na área foram consideradas, de forma estruturada em reuniões periódicas, inicialmente para escolha dos atributos usados na RNA. As referências tratadas na revisão bibliográfica foram localizadas em bases científicas, identificadas pelo uso de palavras chaves e associação das mesmas na busca específica nas ferramentas utilizadas. Autores teóricos essenciais ao método aplicado, artigos e teses aplicadas na área também foram critérios aplicados para a seleção da documentação teórica.

Num segundo momento, com abordagem qualitativa, a pesquisa recebe tratamento experimental, utilizando-se estudo de caso como estratégia procedimental para analisar acontecimento verdadeiro, temporalmente presente em seu contexto de acontecimentos (Freitas & Pradanov, 2013).

Seguiu-se, então, com aplicação de questionário em entrevista direta ao público cliente de uma das unidades da empresa estudada, localizada na cidade do Rio de Janeiro. (Freitas & Pradanov, 2013).



### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 SHOPPING CENTER

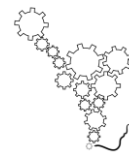
O Shopping center é compreendido como empreendimento constituído de Área Bruta Locável (ABL) disponíveis a locação para fins comerciais, prática aluguel fixo e percentual sobre o volume de vendas, possuindo administração única e centralizada do espaço. A constituição do negócio perpassa, ainda, pela oferta de um mix de varejo, entretenimento e lazer, ofertando serviços específicos proporcionando a possibilidade de conforto no ambiente ao consumo.

Em sua cadeia de valor, além de parceiros no Mix do varejo, o Shopping Center oferta outros serviços como lazer, comodidade, segurança e experiências de compra diferenciados. Segundo Rosa e Lemos (2003), na prestação de seus serviços, outras fontes de renda são geradas, tais como:

- Aluguel: principal renda proveniente do aluguel das lojas – receita mais importante vinda dos empreendedores.
- Cessão do Direito de Uso: fonte relevante de renda, baseada na variação de percentual de venda.
- Fundo de promoção: gerido pelo empreendedor, de modo a financiar ações promocionais de tração ao fluxo de clientes.
- Estacionamento: ao longo do tempo apresentou relevante resultado de renda sendo comparado a uma nova unidade de negócio compondo o empreendimento.
- Despesas condominiais: este item compõe-se do rateio das despesas comuns, como as de consumo.

A indústria de Shopping Center no Brasil experimentou crescimento contínuo, como pode-se verificar no fenômeno de interiorização do segmento. Segundo dados da Abrace (2021), são 601 Shopping Centers em todo país.

No futuro do varejo, com o advento da 4<sup>o</sup> revolução industrial, Serrentino (2020) aponta que as lojas físicas terão papel estratégico relevante para as marcas e negócios de varejo. Do ponto de vista do negócio, dever-se-á revisar seu posicionamento, assim como a experiência de consumo e, principalmente, a diversificação dos pontos de contato físico-online com o cliente.



### 3.2 SERVIÇOS

Faz-se necessário entendimento sobre os tipos de Serviços vinculados a Shopping Center, dada sua importância específica ao negócio, constituindo sua principal atividade econômica como a excelência no varejo, tornando-o diferenciado competitivamente diante da concorrência.

A definição econômica de Serviço é dada como: “Trabalho prestado por empresas públicas ou privadas, profissionais, liberais etc., para suprir a necessidade coletiva ou de um consumidor, atendimento.” Esse conceito centraliza o consumidor na oferta do serviço que, de modo geral, possuem suas proposições de valor baseadas em necessidades atraem um mix de clientes que desafie a segmentação tradicional escolhida (ABL, 2012; Magretta, 2012).

Grönross (2003, p. 65) conceitua Serviço como:

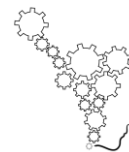
“É um processo, que consiste em série de atividades mais ou menos intangíveis que, normalmente, mas não necessariamente sempre, ocorrem nas interações entre o cliente e os funcionários de serviço e/ou recursos ou bens físicos e/ou sistemas do fornecedor de serviços e que são fornecidas como soluções para problemas do cliente.”

Funke (2009) resgata que os serviços têm como principais características a intangibilidade, esforços, ações ou desempenho, a propriedade física muitas vezes inexistente, precibilidade, heterogeneidade, que não permitem que eles sejam executados com o mesmo grau de qualidade mais de uma vez

Serviço é o resultado de um conjunto de ações que se concretizam pela forma que é feito para atender à expectativa do cliente. Seja qual for o motivo da visita ao empreendimento, o ciclo de atendimento ao cliente começa na captação de seus desejos e emoções por intermédio da jornada pelo convidado ao estabelecimento. Enquanto sua expectativa consiste em um fator essencial para o entendimento do serviço, a forma como ela é atendida determina seu sucesso na ação (Gronoss, 2003; Eisner 2011)

Slack (2009, p.40) complementa o que considera qualidade para o cliente, fator fundamental para o entendimento desse trabalho: “é a conformidade, coerente com as expectativas do consumidor; em outras palavras ‘fazer as coisas certas’”.

Neste sentido, diz-se que a qualidade do atendimento está na superação das expectativas do cliente, principalmente, a começar pelos detalhes da jornada que causam o efeito “Uau!” O



julgamento sobre a qualidade de um serviço dar-se-á sobre sucessivas experiências individuais do cliente, evidenciando o atributo gerador de valor diferencial para ele (Eisner, 2011)

Mesmo em serviços, a percepção de consumo do processo de decisão de compra pode ser dividida em três principais estágios: pré-compra, consumo e pós compra (Funke, 2009). Devido à característica de intangibilidade, mensuram-se os serviços após acontecerem e, assim, avaliam-se as expectativas dos clientes foram atendidas. Assim, pode-se contar com os atributos percebidos depois da experiência do cliente para construção de novas estratégias de venda.

### 3.3 TEORIA FUZZY

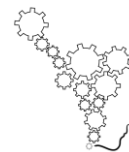
As primeiras noções da lógica dos conceitos “vagos”, desenvolvidas pelo lógico polonês Jan Lukasiewicz (1878-1956), ocorreu em 1920 com a introdução dos conjuntos com graus de pertinência, sendo 0,  $\frac{1}{2}$  e 1. Mais tarde expandiu para um número infinito de valores entre 0 e 1 embasando a formação da Lógica Fuzzy, que se firmou em 1965 com Lotfi Asker Zadeh. (Abar, 2004)

A Teoria Fuzzy, conhecida como teoria dos conjuntos nebulosos, é ferramenta matemática utilizada para modelagem de casos em que há incertezas ou imprecisões diante da complexa percepção humana, por meio de expressões linguísticas. Como, por exemplo, na avaliação da resposta subjetiva do cliente a respeito do que percebe como qualidade do serviço de Shopping Center, a teoria Fuzzy busca retratar, fidedignamente, o resultado.

O conceito de possibilidade e da ocorrência dos eventos Fuzzy, dado certo espaço amostral, é apresentado por Zadeh como extensão da aplicabilidade da teoria da probabilidade clássica em fenômenos generalizados Fuzzy. Deve-se ainda observar que o conjunto Fuzzy possui alguma semelhança com a função probabilidade quando  $X$  é um conjunto contável. (Zadeh, 1965)

Sendo a classe do conjunto Fuzzy definido pelo termo linguístico, a especificação da expressão linguística por pessoas e especialistas ao emitirem opiniões ou recomendações poderão pertencer ou não, como elementos, a um dado conjunto expresso pela função  $\mu_A(x): U \rightarrow \{0,1\}$ .

A representação do grau de adesão do comportamento ou características dos elementos de entrada do conjunto Fuzzy a realidade, denomina-se Grau de Pertinência. (Abar, 2004; Zadeh, 1965)



Observando as operações realizadas entre os conjuntos Fuzzy, tomam-se como exemplo dois conjuntos A e B em dado universo de discurso U, podem-se notar as seguintes expressões [1] a [5] a seguir:

- [1] Conjuntos Vazios:  $A = \emptyset$
- [2] Complemento A:  $fA(u) = 1 - fA(u)$
- [3] Conjuntos Iguais:  $A = B, fA(u) = fB(u)$
- [4] União:  $fA(u) = \text{Max}[fA(u), fA(u)],$
- [5] Interseção:  $A B \leq fA \leftrightarrow fB$

Segundo Zadeh (1965), as propriedades de união, interseção e complementação definido inicialmente nas funções [4] e [5], podem expressar como operadores máximo e mínimo dos conjuntos segundo [6] e [7].

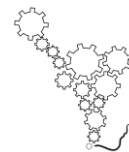
- [6] União de A e B:  $\mu A \cup B(x) = \mu A(u) \vee \mu B(u)$
- [7] Interseção de A e B:  $\mu A \cap B(x) = \mu A(u) \wedge \mu B(u)$

Zadeh (1965) ainda expõe operadores algébricos para as operações de união e interseção como outras formas de combinações ao relacionar conjuntos Fuzzy, tais como:

- Produto algébrico:  $fAB = fA \cdot fB$
- Soma algébrica:  $fA+B = fA + fB$
- Diferença absoluta:  $f|A \leftrightarrow B| = |fA - fB|$

A Lógica Fuzzy, expressa por Tibiriçá (2005) como Sistema Fuzzy, utiliza três etapas fundamentais para modelagem de interpretações vagas, tal como o pensamento humano. As etapas são:

Fuzzyficação: é o processo que consiste em mapear os dados de entrada imprecisos, contidos no universo de discurso, e aplicar as funções de pertinência utilizadas para modelar os conjuntos Fuzzy, gerando os graus de pertinência do dado de entrada para cada conjunto Fuzzy do universo de discurso.



Inferência Fuzzy: é o processo que combina os conjuntos Fuzzy e seus respectivos graus de pertinência com as regras existentes na base, utilizando-se operadores Fuzzy.

DeFuzzyficação: consiste em combinar todos os valores Fuzzy da inferência para se gerar(em) número(s) Real(ais) de saída.

### 3.4 REDES NEURAIS ARTIFICIAIS (RNA)

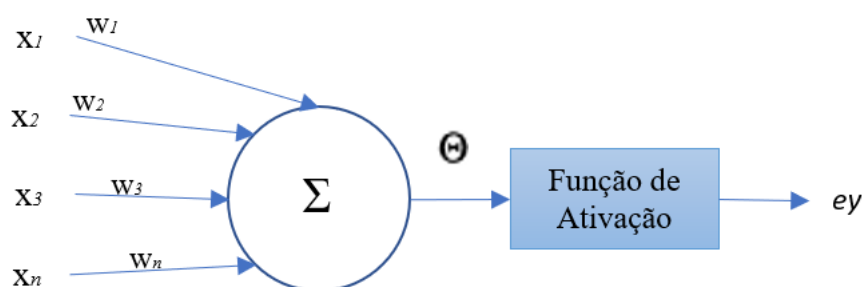
Originalmente as RNA baseiam-se em modelos matemáticos inspirados na estrutura de funcionamento dos neurônios biologicamente humanos que respondem a estímulos recebidos por impulsos nervosos.

O neurofisiologista McCulloch e o matemático Pitts, propuseram ao sistema de funcionamento cerebral, inteligência computacional relacionando o comportamento humano a pesos de ponderação capazes de aprender e tomar decisões pela interpretação lógica booleana.

O uso de Redes Neurais Artificiais destacou-se pelo potencial de investigação sobre complexos problemas não lineares, principalmente quanto à sua capacidade topológica de processar variáveis em paralelo.

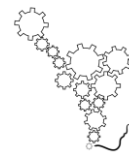
O Neurônio de McCulloch&Pitts associa o comportamento do processo real ao estímulo elétrico da sinapse neuronal com dispositivo binário. Genericamente, o neurônio de múltiplas entradas, análogos aos dendritos, as moderam com características função de ativação processando a saída análoga aos axônios, conforme Figura 1, onde  $X_n$  são os atributos/dados de entrada;  $W_n$  são os pesos sinápticos;  $\Sigma$  é a junção aditiva;  $ey$  é o resultado de saída. (Kovács, 2006).

FIGURA 1 – NEURÔNIO FUZZY GENÉRICO



FONTE: O autor (2021)





O aprendizado humano acontece pela exposição a experiências ao longo tempo. O aprendizado de máquinas acontece de forma similar pela forma supervisionada, quando a estrutura computacional da RNA é abastecida previamente com dados (Feltrin, 2020).

Em cada neurônio pode-se utilizar conceitos da Teoria Fuzzy no seu processamento interno. Essa união entre a Teoria Fuzzy com RNAs redundam nas Redes Neuro-Fuzzy. Nelas, cada Neurônio, que recebe as variáveis de entrada, processa-as segundo o raciocínio Fuzzy que se dá em três etapas: “Fuzzyficação”, inferência Fuzzy e de “DeFuzzyficação”. (Tibiriça, 2005)

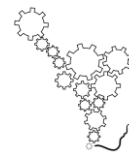
Os modelos matemáticos que utilizam Redes Neuro-Fuzzy permitem que se representem fenômenos da natureza, realizando-se previsões comportamentais, a formulação de hipóteses sobre o mundo real com capacidade de aprendizado a possíveis soluções de problemas. São também comumente aplicados em soluções nas áreas da saúde, como em diagnósticos, mas também na biomedicina, engenharia, transportes, logística e até na administração clássica.

Uma vez criadas as redes Neuro-Fuzzy, a partir da comparação com as redes biológicas do cérebro humano, verifica-se a necessidade da inserção de dados confiáveis e/ou correta acurácia na análise à interpretação dos resultados. Sem esses cuidados prévios o modelo matemático pode ocasionar direções equivocadas para a pesquisa científica.

Para se então analisar o uso das redes Neuro-Fuzzy em aplicações similares, desenvolveu-se a abordagem exploratória, conforme apresentam-se os estudos a seguir.

Em destaque dentre inúmeros estudos na área, o trabalho de Fan et al.(2021) que propõem a taxonomia para os métodos de interpretação de dados em dois caminhos: Post-Hoc em análises eliminando possíveis vieses de classificação e Ad-Hoc na interpretação do modelo em análises de categorização.

No artigo “*Prediction of Transportation Cost Using Trapezoidal Neutrosophic Fuzzy Analytic Hierarchy Process and Artificial Neural Networks*” (Sing et al., 2021) determinam-se critérios, que são avaliados estatisticamente pelas Redes Neuro-Fuzzy usando os dados coletados como os datasets, por exemplo. Nesse contexto, o uso de Sistemas Fuzzy foi aplicado como método refinado de redução da incerteza do algoritmo ou erro por limitação humana. Denominados Fuzzy sets ou Neutrosophic set, o potencial desses dois algoritmos está na associação linguística da geometria trapezoidal Fuzzy em profundidade vetorial, estratificando resultados mais próximos da realidade, como descrito em sete passos para avaliação e seleção do melhor critério para determinação do custo de transporte.



Para Betiku e tal. (2018), o modelo Neuro-Fuzzy elaborado utiliza cinco camadas distintas: na primeira, apresentam-se os nós com variáveis de entrada aplicadas às funções de pertinências, resultando nas entradas satisfatórias ao valor do termo linguístico; na segunda camada verifica-se cada peso associado na função de pertinência; na terceira, normalizam-se os nós às regras de ativação; na quarta camada acontece a DeFuzzyficação dos nós da RNA; na última, há apenas um nó resultante da função soma de todos os nós anteriores.

O sucesso de redes Neuro-Fuzzy enquanto modelo de resolução de problemas pode também ser demonstrado, por exemplo, em *“Use of artificial neural network and adaptive Neuro-Fuzzy inference system for prediction of biogas production from spearmint essential oil wastewater Treatment in up-flow anaerobic sludge blanket reactor”* (Heydari e tal. 2021), uma vez que seu desempenho se mostrou satisfatório em indicadores usados para escolha do melhor padrão a ser utilizado no projeto.

## 4 RESULTADOS

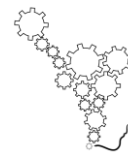
### 4.1 OBJETO DO ESTUDO DE CASO

O Shopping Center em estudo é um centro comercial e, também, um prestador de serviços específicos à experiência do cliente neste espaço. Localizado no município do Rio de Janeiro, atende à população local, porém concorre com outros empreendimentos similares e outras opções de lazer além da sua região de alcance. Visto a abrangência do negócio, é fundamental oferecer aos clientes serviço diferenciado, demonstrando agregação de valor à sua experiência. Dessa forma, objetiva conhecer e transformar sua percepção de qualidade sempre para um aspecto positivo, identificando as preferências e impressões dos clientes quanto aos serviços ofertados no Shopping Center, gerando informações adequadas para os processos decisórios em curto e médio prazos

### 4.2 MODELAGEM

#### 4.2.1 Definição Dos Atributos

Referenciando o conhecimento no momento da definição dos atributos significativos à percepção dos clientes, buscou-se na realização de revisão bibliográfica embasar as ações realizadas pela administradora do Shopping Center estudado. A seguir, na Tabela 01,



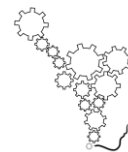
apresentam-se os atributos identificados que serão utilizados como variáveis de entrada do modelo Neuro-Fuzzy.

TABELA 01:DEFINIÇÃO DOS ATRIBUTOS E VARIÁVEIS LINGUÍSTICAS DA PESQUISA

Cód. do Atrib.	Definição Do Atributo	Cód. V.A.	Variável Linguística (V.A.)	Padrão
IND1	Presença de adaptações do espaço a pessoas portadora de deficiência, tais como: rampas nos desníveis de acesso ao empreendimento, pisos e mapa táteis, placas em braile, portas e banheiros adaptados e recursos de som.	ENT2	Arquitetura	2
IND2	Meio de comunicação com o público realizado visualmente com imagens, pictogramas e signos.			
IND3	Presença estrutura viária externa e interna diminuindo as distâncias, evitando congestionamento de veículos e de pedestres; presença de transportes públicos.	ENT5	Estacionamento	2
IND4	Ornamentação do espaço interno e externo, beleza e conforto do mobiliário e da iluminação.	ENT2	Arquitetura	2
IND5	Disponibilidade de vagas aos clientes por tempo de procura por vaga para estacionar.	ENT5	Estacionamento	2
IND6	Higiene e limpeza corrente do ambiente desde espaços específicos como sanitários, mobiliários, praças de alimentação, à espaços amplos como estacionamento e ambiente externo.	ENT3	Limpeza	2
IND7	Ato de manter o bom estado de conservação do ambiente e equipamentos, como: ar-condicionado, mobiliários, iluminação, fachada, telhado.	ENT4	Manutenção	2
IND8	Diversidade de especialidade lojas, segmentos de varejo.	ENT7	Comercial	2
IND9	Humanização do espaço com ornamentação de plantas e jardins à experiência dos clientes.	ENT2	Arquitetura	2
IND10	Atração de entretenimento, arte, cultura e diversão através de teatro e cinema.	ENT7	Comercial	2
IND11	Oferta diversificada de alimentação aos clientes.			
IND12	Promoção de segurança e sensação de segurança aos clientes dentro do empreendimento.	ENT1	Segurança	1
IND13	Promoção de segurança e sensação de segurança aos clientes dentro do estacionamento do empreendimento.			
IND14	Nível de serviço e quantidade dos serviços específicos da administradora do Shopping Center, como: empréstimo de carrinhos e cadeiras de rodas, serviço de atendimento ao cliente, concierge, vallet.	ENT6	Atendimento ao cliente	2
IND15	Cordialidade e agradabilidade no atendimento dos funcionários ao cliente.			

FONTE: O autor (2021)

Agruparam-se na Tabela 01 os atributos às variáveis linguísticas permitindo-se assim, desenvolver hierarquia da RNA, identificadas pelas variáveis de saída do modelo. A coluna



“Padrão” refere-se ao tipo de função de pertinência utilizada para conversão dos atributos em variáveis de entrada detalhadas pelos especialistas da área, geradas no aplicativo computacional InFuzzy. Os termos linguísticos das funções de pertinência são representados pelas suas integrais-Fuzzy e identificados como Não Atende (NAT), Atende Parcialmente (ATP), Atende (AT) e Supera as Expectativas (SE), apresentados nas Tabela 02 e Tabela 03.

TABELA 02: FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA ASSOCIADAS AO TERMO LINGUÍSTICO PADRÃO A

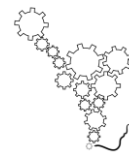
Código	Integrais-Fuzzy
[a]	$NAT = \int_{0 \rightarrow 0}^{3 \rightarrow 1} 1/x + \int_{3 \rightarrow 1}^{4 \rightarrow 0} x - 4/x$
[b]	$ATP = \int_{3 \rightarrow 0}^{4 \rightarrow 1} x - 3/x + \int_{4 \rightarrow 1}^{6 \rightarrow 1} 1/x + \int_{6 \rightarrow 1}^{7 \rightarrow 0} x - 7/x$
[c]	$AT = \int_{6 \rightarrow 0}^{7 \rightarrow 1} x - 6/x + \int_{7 \rightarrow 1}^{8 \rightarrow 1} 1/x + \int_{8 \rightarrow 1}^{9 \rightarrow 1} x - 9/x$
[d]	$SE = \int_{9 \rightarrow 0}^{10 \rightarrow 1} x - 10/x$

FONTE: O autor (2021)

TABELA 03: FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA ASSOCIADAS AO TERMO LINGUÍSTICO PADRÃO B

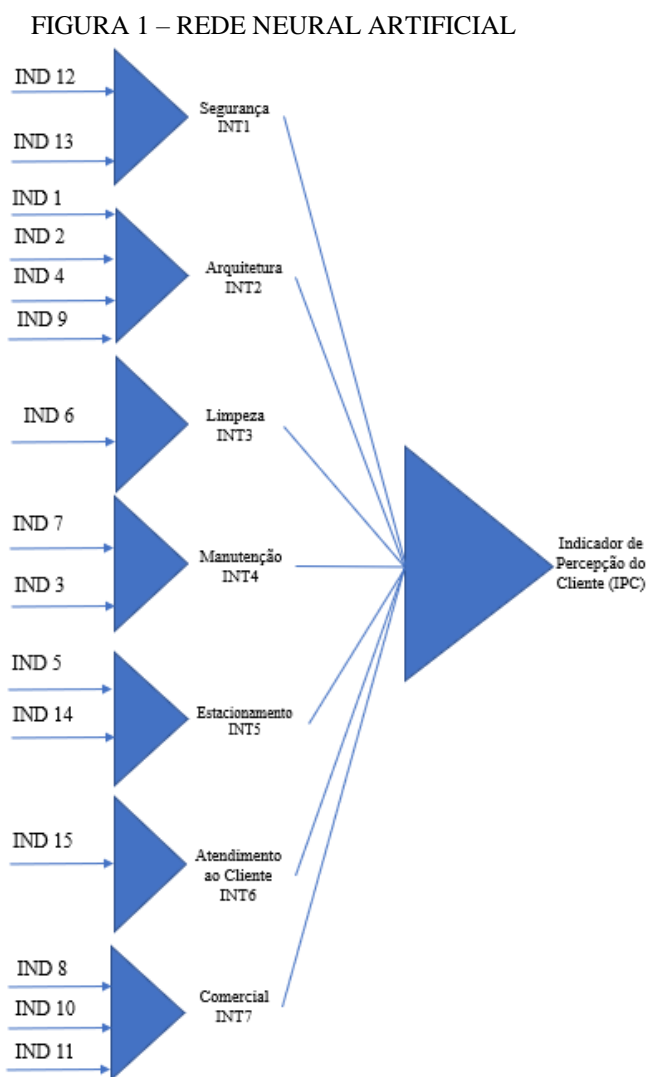
Código	Integrais-Fuzzy
[e]	$NAT = \int_{0 \rightarrow 1}^{2 \rightarrow 1} 1/x + \int_{2 \rightarrow 1}^{3 \rightarrow 0} x - 3/x$
[f]	$ATP = \int_{2 \rightarrow 0}^{3 \rightarrow 1} x - 2/x + \int_{3 \rightarrow 1}^{5 \rightarrow 1} 1/x + \int_{5 \rightarrow 1}^{6 \rightarrow 0} x - 6/x$
[g]	$AT = \int_{5 \rightarrow 1}^{6 \rightarrow 1} x - 5/x + \int_{6 \rightarrow 1}^{8 \rightarrow 1} 1/x + \int_{8 \rightarrow 1}^{9 \rightarrow 0} x - 9/x$
[h]	$SE = \int_{9 \rightarrow 0}^{10 \rightarrow 1} \frac{x - 10}{-1}/x$

FONTE: O autor (2021)



### 3.2.2 Rede Neural Artificial

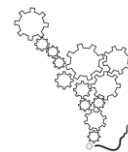
Na representação da RNA agruparam-se os atributos com variáveis linguísticas citadas na Tabela 2 para o input de dados *crisp*, gerando-se os indicadores parciais e, quando agrupados, convergem para o Indicador da Percepção do Cliente (IPC), tal como apresentado na Figura 1.



FONTE: O autor (2021)

#### 4.2.2.1 Processamento dos dados

Foram entrevistadas 100 pessoas, clientes do Shopping Center, por intermédio de questionário com perguntas relacionadas aos atributos. Nestas perguntas refletem os atributos listados na Tabela 01, segundo o padrão da modelagem (expressões [a] até [h]) identificado na



Tabelas 03 e 04. As respostas são formadas pelos termos linguísticos modelados, ou seja, Não Atende (NAT), Atende Parcialmente (ATP), Atende (AT) e Supera as Expectativas (SE).

Para que os dados coletados nas entrevistas possam refletir o consenso para Fuzzyficação das variáveis de entrada no processamento neuronal é necessário agregá-los com o seguinte procedimento: identifica-se a frequência das respostas para cada termo linguístico; efetua-se o produto de cada frequência com o número trapezoidal Fuzzy estruturado nas Integrais-Fuzzy das expressões [a] até [h]; todos os números trapezoidais Fuzzy são somados com o intuito de se determinar a média aritmética Fuzzy; para inserção do resultado médio (o consenso) no modelo matemático é necessário transformá-lo em número *crisp* pela média entre os valores de cada número trapezoidal Fuzzy.

Na Fuzzyficação transformam-se os dados *crisp* de entrada em vetores Fuzzy. De posse dos dados de entrada no formato de número real se avalia o grau de pertinência (ou nível de possibilidade) de cada consenso pertencer a cada um dos quatro termos linguísticos em cada variável de entrada Fuzzy.

A inferência recebe os vetores Fuzzy identificando-se os termos linguísticos ativados. Àqueles com maior possibilidade é utilizado para representar o peso de cada entrada no processamento neuronal.

A DeFuzzyficação se dá pela transformação do vetor Fuzzy de saída com os maiores graus de possibilidade em um número real. Este processamento é realizado pela média ponderada entre os valores das entradas *crisp* pelo maior grau de possibilidade ativado.

A Fuzzyficação, inferência e DeFuzzyficação se repetem em cada neurônio devido ao seu processamento interno das variáveis de entrada que redundam em uma variável de saída. O resultado desse processo no último neurônio é identificado como IPC.

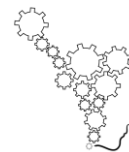
Após a avaliação do consenso pela agregação das respostas chegam-se aos resultados na Tabela 05.

TABELA 05: NOTAS PARCIAIS CONSENSADAS ENTRE OS ENTREVISTADOS

IND1	IND2	IND3	IND4	IND5	IND6	IND7	IND8	IND9	IND10	IND11	IND12	IND13	IND14	IND15
7,37	6,67	7,2	6,82	6,1	7,32	7,42	6,52	7,47	6,52	6,15	7,05	7,45	7,12	6,85

FONTE: O autor (2021)

Apesar da inexistência de série histórica comparativa, destaca-se atingimento de 53% dos atributos em consenso igual ou superior a nota 7,0, mesmo este valor estando contemplado



no universo de discurso classificado como “Atende”, surpreendeu negativamente a expectativa dos especialistas diante aos investimentos já realizados.

Os processamentos dos dados de entrada geraram as variáveis de saída DeFuzzyficadas, incluindo o IPC. Os resultados seguem na Tabela 06.

TABELA 06: RESULTADO DOS INDICADORES DEFUZZYFICADOS							
ENT1	ENT2	ENT3	ENT4	ENT5	ENT6	ENT7	IPC
7,26	7,06	7,33	7,45	6,45	6,97	6,38	6,90

FONTE: O autor (2021)

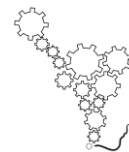
Nos indicadores DeFuzzyficados, incluindo o IPC, observa-se o enquadramento dos valores de saída às expressões [c] e [g], resultado da média trapezoidal dos indicadores parciais, representantes do entendimento linguístico “Atende”. Podendo-se interpretar o consenso entre os entrevistados como satisfatório enquanto universo linguístico experienciado.

No entanto, nenhum dos indicadores finais, incluindo o IPC, superaram as expectativas dos clientes. Evidenciando a necessidade de realização do processo de análise de causas sobre as notas dos indicadores de entrada que apresentaram desempenho inferior a nota 7,0 objetivando formulação de estratégias gerenciais a maximização da rentabilidade do negócio e satisfação do cliente. Especialmente, analisar os indicadores de nº 5, 6, 7, representantes dos serviços essenciais prestados pelo Shopping Center diretamente ao cliente, além do nível de serviço ofertado pelo negócio no IPC.

## 5 CONCLUSÃO

Ao objetivo principal desta pesquisa, elaborar meio imparcial de medição da satisfação do serviço de atendimento ao cliente, apresenta-se extensa revisão literária pautada na matemática solucionadora a problemática apresentada pelos especialistas. Este documento ainda buscou no entendimento mercadológico e bibliográfico de serviços específicos de Shopping Center a compreensão questão.

Inicialmente, identifiquei o uso da lógica Fuzzy aderente à forma de mensurar a subjetividade contida na percepção humana ao avaliar uma ideia ou situação. Apesar de nenhum documento sobre o tema diretamente aplicado na área ter sido encontrado, obteve-se sucesso no uso da ferramenta intermediado com questionários e ao elaborar RNA equivalente no estudo de caso realizado.



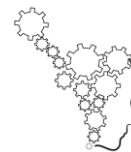
Para elaboração das ferramentas utilizadas, um vasto levantamento de trabalhos relativos à serviços em Shopping Center foi necessário para validação da experiência dos especialistas no negócio ao escolherem os atributos de importância e impacto ao cliente avaliados na pesquisa. Pôde-se perceber pelos artigos e teses encontrados que não há um consenso sobre relevância de todos esses atributos no momento de medir através deles a expectativa dos clientes.

No entanto, esta pesquisa cumpriu seu propósito em elaborar método imparcial que avaliasse e medisse a opinião de seu cliente por indicadores confiáveis em quesitos relevantes a eles no momento de optarem por frequentar o espaço, suportando, assim, as tomadas de decisão de curto e médio prazo dos gestores.

## REFERÊNCIAS

- ABAR, C. **Noções de Lógica Matemática: O Conceito "Fuzzy"**, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em <http://www.pucsp.br/~logica/Fuzzy.htm>
- Abrasce. **Números do Setor**. 2021. Disponível em: <https://abrasce.com.br/numeros/regionais/> Acesso el jul. 2021
- AFGHOUL, H., et al. **Comparison Study between conventional and Artificial Neural Networks MPPT techniques for standalone PV system**. Conference Paper. 2021. Disponível em: <https://researchgate.net/publication/352056644>
- ALMEIDA, L. et al. **Avaliação Fuzzy da percepção de empresários do APL de moda íntima de Nova Friburgo sobre o desempenho em relação à sustentabilidade ambiental**. 2010. In: SIMPOI ANAIS.
- ANDRADE, D. et al. **O perfil de clientes de um Shopping Center: um estudo exploratório com consumidores do interior**. In: Revista Organizações Rurais e Agroindustriais – v.6 – n.2 – julho/dezembro 2004. Disponível em: <http://revista.dae.ufla.br/index.php/ora/article/view/222>
- BEIKUT, E. et al. **Performance evaluation of adaptive Neuro-Fuzzy inference system, artificial neural network and response surface methodology in modeling biodiesel synthesis from palm kernel oil by transesterification**. Revista Biofuels, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17597269.2018.1472980>
- CAMPOS, D. F. et al. **Qualidade do serviço no comércio varejista de vestuário: lacunas percebidas pela clientela feminina**. RACE, Joaçaba, v. 17, n. 2, p. 507-534, 2018. Disponível em: <http://editora.unoesc.edu.br/index.php/race>
- CARVALHO, P. et al. **Stock Analysis of the Production Process Using Fuzzy Inference for Decision Making: Case Study**. International Journal of Development Research Vol.





11, Issue, 04, pp. 46266-46273, April, 2021. Disponível em:  
<https://doi.org/10.37118/ijdr.21481.04.2021>

DEMITRAS, N. et al. **Consistency Measurement using the Artificial Neural network of the results obtained With Fuzzy topsis method for the diagnosis of prostate cancer.** TWMS J. App. And Eng. Matheus. V.11, N.1, 2021, pp. 237-249, 2021. Disponível em:  
<https://www.researchgate.net/publication/348407864>

DESTRO, R. T. **O impacto da autocongruência no valor percebido, na satisfação e lealdade em Shopping Center.** Universidade Nove de Julho. São Paulo, 2020, SP, Brasil. Disponível em: <http://repositorio.uninove.br/xmlui/handle/123456789/1518>

EISNER, M. **O Jeito Disney de Encantar o Cliente.** Disney Institute. 2011, 1º ed. Ed.: Saraiva

FAN, F. et al. **On Interpretability of Artificial Neural Networks: A Survey.** 2021. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9380482>

FELTRIN, F. **Redes Neurais Artificiais.** E-Book Kindle, 2020.

FUNKE, A. **Análise dos tópicos do livro: Princípios de Marketing de Serviços: conceitos, estratégias e casos.** 2015. Disponível em <http://pt.scribd.com/doc/21944864/Resumo-Livro-Principios-de-Marketing-deServicos-Conceitos-Estrategias-e-Casos#scribd>.

GHASHAMI, F. et al. **Prediction of Stock Market Index Using a Hybrid Technique of Artificial Neural Networks and Particle Swarm Optimization.** Revista Applied Economica and Financ, Vol. 8, No. 3; May 2021. Disponível em: <https://aef.redfame.com>

GRÖNROOS, C. **Marketing: gerenciamento e serviços.** Trad.: Arlete Simille Marques. Revisão Técnica: Saul FaingausBekin. 2003, 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier.

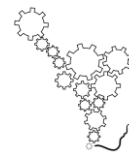
HAKKOUM, H. et al. **Assessing and comparing interpretability techniques for Artificial Neural networks breast cancer classification.** Computar Methods in Biomecânica and Biomédicas Engineering Imagibg & Visualization, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/21681163.2021.1901784>

HEYDARI, B. et al. **Use of artificial neural network and adaptive Neuro-Fuzzy inference system for prediction of biogas production from spearmint essential oil wastewater Treatment in up-flow anaerobic sludge blanket reactor.** Revista Fuel, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.121734>

HORTA, P. et al. **Expectativa e percepção do cliente – Qualidade de serviço de um Shopping Center,** 2010. VII SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Disponível em: [Instruções para autores \(aedb.br\)](https://www.aedb.br/instrucoes-para-autores)

KAREN, M. et al. **Evaluation of exergy performance and onion drying properties in A multi-stage semi-industrial continuou dryer: Artificial Neural networks (ANNs) and ANFIS models.** Revista Food and Bioproducts Processing 127, 58-76, 2021. Disponível em [www.elsevier.com/locate/fbp](https://www.elsevier.com/locate/fbp)

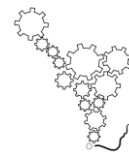
KOVÁCS, Z L. **Redes Neurais Artificiais Fundamentos e Aplicações.** Editora Livraria da Física, 2006.



- MARQUES J., V. et al. **Shopping Centers, uma relação entre os atributos de escolha pelos consumidores versus os atributos valorizados pelos gerentes.** In: Revista Eletrônica Gestão e Sociedade, v 3, n 6, 2009. CEPEAD/FACE/UFGM, ISSN 1980-5756. Disponível em: <https://www.gestaoesociedade.org/gestaoesociedade/article/view/694/718>
- MELO J. et al. **Identificação e hierarquização dos atributos da qualidade de Shopping Centers de mix temático com ênfase em produtos de alta comparação.** In: Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, ISSN 0103-9830, BT/PCC/417, São Paulo. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.3.2005.tde-06062005-175127>
- MOREIRA, B. B. **Avaliação da qualidade percebida dos serviços de lazer e entretenimento em Shopping Centers: estudo empírico na cidade do Rio de Janeiro.** Administração e Economia, IBMEC/RJ, 2006. Disponível em: [Microsoft Word - DISSERTACAO FINAL BIANCABOZONMOREIRA\\_2\\_.doc \(sapili.org\)](#)
- POSSELT, E. L. et al. **Software Infuzzy. Programa de Mestrado em Sistemas e Processos Industriais.** 2011, PPGSPI, UNISC. Disponível em: <http://www.unisc.br/ppgsapi> .
- REYNOLDS, K.E. Et Al. **Traditional malls vs. factory outlets: comparing shopper typologies and implications for retail strategy.** Journal of Business Research, n. 55, p.687–696, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0148-2963\(00\)00213-7](https://doi.org/10.1016/S0148-2963(00)00213-7)
- RODRIGUES, F. et al. **Lógica Fuzzy na Administração de Empresas.** VII Seminários de Administração da USP – SEMEAD, São Paulo, 2004. Disponível em: [ADM25 - A Lógica Fuzzy na Administração.PDF \(semead.com.br\)](#)
- SÁ, I. et al. **Um enfoque Fuzzy para avaliação das ações empresariais segundo a percepção do consumidor.** In: IV SEGet – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, UNESA, 2007. Disponível em: [\(Microsoft Word - 611 Um enfoque fuzzy para avaliacao das acoes empresariais\205\) \(aedb.br\)](#)
- SINGH, A. et al. **Prediction of Transportation Costs Using Trapezoidal Neutrosophic Fuzzy Analytic Hierarchy Process and Artificial Neural Networks.** Volume 9, 2021. Disponível em: <https://www.doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3098657>
- SUCENA, M. **Modelo Fuzzy para subsidiar a alocação de recursos financeiros em sistemas de transporte sobre trilhos.** Engenharia de Transportes, COPPE/UFRJ. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/exactaep.2021.10333>
- Sociedade Brasileira de Varejo e Consumo. **10 Insights para transformação do varejo.** 2020. Disponível em <http://sbvc.com.br/10insights-transformacao-varejo/>. Acesso em jul. 2021
- TANSCHKEIT, R. **Sistemas Fuzzy.** DEE-PUC Rio, 38.063, 22452-970 Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: [ICA-Sistemas Fuzzy.pdf \(ufsc.br\)](#)
- TIBIRIÇÁ, C. A. **Uma abordagem híbrida Fuzzy-bayesiana para modelagem de Incertezas.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. Depto de Informática e de Estatística, UFSC, 2005.



www.relainep.ufpr.br



ZADEH, L. A. **Fuzzy Sets. Information and Control.** v.8 p. 338-353, 1965. Disponível em:  
[https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)

ZADEH, L. A. **Probability Measures of Fuzzy Events. Journal oh mathematical analysis and applications.** V. 23, p. 421-427, 1968. Disponível em:  
[https://doi.org/10.1016/0022-247X\(68\)90078-4](https://doi.org/10.1016/0022-247X(68)90078-4)

Redes Neurais Artificiais. **Histórico das Redes Neurais.** 2021. Disponível em  
<https://www.gsigma.ufsc.br/~popov/aulas/rna/historico.html>. Acesso em jul.2018