



## Modelagem *Fuzzy-SAW* para qualificação de empresas de logística no *e-commerce*: o caso dos resultados do IQLE

*Fuzzy-SAW Model for qualification of logistics companies in e-commerce: the case of IQLE results*

**Recebido:** 18 abr. 2022

**Aprovado:** 22 nov. 2022

**Versão do autor aceita publicada online:** 22 nov. 2022

**Publicado online:** 08 mar. 2023

### Como citar esse artigo - American Psychological Association (APA)

Sucena, M. P., & Cury, M. V. Q. (jul./set. 2024). Modelagem *Fuzzy-SAW* para qualificação de empresas de logística no e-commerce: o caso dos resultados do IQLE. *Exacta*, 22(3), p. 820-851.

<https://doi.org/10.5585/2023.22055>

---

Submeta seu artigo para este periódico

**Processo de Avaliação:** *Double Blind Review*

**Editor:** Dr. Luiz Fernando Rodrigues Pinto



Dados Crossmark





## Modelagem Fuzzy-SAW para qualificação de empresas de logística no e-commerce: o caso dos resultados do IQLE

*Fuzzy-SAW Model for qualification of logistics companies in e-commerce: the case of IQLE results*



Marcelo Prado Sucena<sup>1</sup> e



Marcus Vinicius Quintella Cury<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fundação Getulio Vargas – Rio de Janeiro, RJ - Brasil . Pós-Doutorado pela COPPE/UFRJ/LASUP - Laboratório de Aplicações de Supercondutores - Programa de Engenharia de Elétrica (Modelo Neuro-Fuzzy para gerenciamento ambiental da operação do trem de levitação magnética - MagLev-Cobra)

<sup>2</sup> Doutor em Ciências em Engenharia de Produção, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ). Fundação Getulio Vargas Rio de Janeiro, RJ - Brasil 

### Nota dos Autores

Autores declaram que não há conflitos de interesses.



### Resumo

Este artigo busca desenvolver modelagem, baseada no método Fuzzy-SAW, para avaliar a qualidade percebida pelos clientes finais na prestação do serviço logístico do e-commerce. Pretende-se desenvolver estudo de caso para validação e exemplificação, usando-se dados obtidos em enquete para se determinarem o Índice da Qualidade da Logística do E-commerce e outros parciais. Após o processamento de 409 registros obtidos por intermédio de questionário, observou-se que as quatro empresas mais citadas, usadas como alternativas no modelo, registraram quase 80% das observações. Após a análise de sete atributos operacionais e outros quatro relacionados ao atendimento do cliente, considerados no modelo como os critérios, notou-se que nenhuma das empresas atingiu grau 6,0 em escala [0,10], caracterizando potencial para melhoria. A empresa com maior amplitude nacional é a que apresentou a pior qualidade; a segunda mais qualificada é concorrente direta desta empresa; a com melhor grau (5,53) representa, apenas, 4% das citações na enquete.

*Palavras-chave:* logística, e-commerce, Inteligência Artificial, IQLE

### Abstract

This paper seeks to develop a model, based on the Fuzzy-SAW method, to assess the quality perceived by end customers in the provision of e-commerce logistics services. It is intended to develop a case study for validation and exemplification, using data obtained in a survey to determine the e-commerce Logistics Quality Index and other partial ones. After processing 409 records obtained through a questionnaire, it was observed that the four most cited companies, used as alternatives in the model, recorded almost 80% of the observations. After analyzing seven operational attributes and four others related to customer service, considered in the model as the criteria, it was noticed that none of the companies reached grade 6.0 in scale [0,10], characterizing potential for improvement. The company with the greatest national scope is the one with the worst quality; the second most qualified is a direct competitor of this company; the one with the best grade (5.53) represents only 4% of the citations in the survey.

*Keywords:* logistics, e-commerce, Artificial Intelligence, IQLE

### Introdução

É inegável a importância que as tecnologias têm atualmente para a maioria das pessoas. Em tempos de pandemia da COVID-19 ficou claro o quão fundamental é para proporcionar o “encurtamento” das relações humanas.

Nesse mesmo cenário, apesar da crise econômica intensificada em 2020 com seus nefastos desdobramentos impulsionados pelas consequências das restrições de circulação, o comércio eletrônico ou, como é mais conhecido, o e-commerce, apresentou-se como instrumento para a manutenção das condições de subsistência da sociedade brasileira.

Este momento conturbado, principalmente para o setor varejista, redundou em oportunidade para o e-commerce. Mesmo que em momento anterior à pandemia as vendas no comércio eletrônico demonstrassem certo aumento expressivo, com variação positiva de 68,35% entre janeiro de 2018 e agosto de 2019, foi em 2020 e 2021 que a força desse ramo fixou-se, conforme aponta o índice MCC-ENET: entre março/2020 e janeiro/2022 o incremento nas vendas foi de 115,21%; e o de faturamento registrou a marca de 121,22% (CAMARA-E.NET, 2022).

Nessa intensa atividade comercial com sustentação operacional pela logística, proporciona-se o movimento físico das encomendas das origens até o cliente final. Além disso, a logística é responsável pelo planejamento e controle do ciclo do pedido, buscando-se otimizar o fluxo físico com dados e informações confiáveis por uma visão sistêmica. É dessa forma que é possível manter o nível de serviço conforme contratado, gerenciando os estoques, observando-se os requisitos de armazenagem, manuseando materiais e embalagens, focando na satisfação do cliente. O cliente satisfeito implica em maior possibilidade de voltar a comprar, fidelizando-o.

É então possível perceber a importância da visão sistêmica proporcionada pela logística, pois ações inadequadas em qualquer parte do ciclo podem impactar negativamente no nível de serviço para o cliente, conforme preestabelecido contratualmente. Para monitoramento dessas ações é necessário o controle das atividades do complexo processo logístico, além do impacto diretamente no cliente final, comparando-se a sua percepção com certo padrão de qualidade.

Para o monitoramento logístico é necessário interpretar e quantificar as suas diversas dimensões, em especial aquelas qualificadas pela ótica do cliente final, permitindo-se evidenciar causas e efeitos.



Uma das mais famosas citações que relacionam causa e efeito, em que se insere a necessidade de se controlar, justificando-se sistemas de medidas, é: “Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende, não há sucesso no que não se gerencia.” (Deming, 1990)

Como evidenciado por Rodrigues (2006), é fato que a opinião dos usuários habituais (no caso deste artigo, os dos serviços de e-commerce) serve para definir padrões de qualidade para efeito de planejamento, projeto e operação.

Nesse quesito, há convergência que o pensamento gerencial insere o cliente como o foco das organizações. Entender-lhes e buscar a sua satisfação não é uma opção, é uma questão de sobrevivência para qualquer empresa. A sua satisfação é o resultado de antecipar e superar as necessidades e expectativas implícitas e explícitas e deve ser a sua razão de ser. (Cordeiro et al., 2005)

Dessa forma, o principal objetivo deste artigo é propor uma modelagem que use como alicerce o método Fuzzy-SAW, permitindo traduzirem-se conceitos vagos como percepções, sensações dos usuários quanto à qualidade percebida do serviço logístico do e-commerce, especificamente relacionadas com as empresas que prestam tais atividades.

Essa modelagem é validada e exemplificada por estudo de caso baseando-se nos dados de enquête ocorrida em outubro/2021, permitindo-se gerar o Índice da Qualidade da Logística do E-commerce (IQLE), além de outros dados substanciais para se entenderem os aspectos inerentes à qualificação das empresas operadoras dessa atividade fundamental. Como resultado do processamento dos dados pelo modelo Fuzzy-SAW, é possível identificar o ranqueamento das melhores empresas operadoras de logística, pela ótica de seus clientes.

### **Linha Metodológica**

Conforme Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa desenvolvida neste trabalho pode ser qualificada quanto a quatro aspectos: natureza, objetivos, procedimentos técnicos e abordagem do problema.

No que tange à natureza da pesquisa, considera-se como aplicada, haja vista que se objetiva gerar conhecimentos pela criação de modelagem que permita o entendimento sobre a qualidade praticada por empresas de logística que sustentam o comércio eletrônico, considerando-se seus atributos.

Quanto ao objetivo principal do trabalho, solidariamente está ligado a um estudo de caso para teste e validação da modelagem, tendo-se a enquete para coleta de dados para obtenção do IQLE ocorrida em outubro/2021 classificada como exploratória, proporcionando diagnóstico sobre a qualidade prestada por empresas de logística que sustentam o comércio eletrônico. Nesse mesmo viés é tomada também como pesquisa explicativa, pois preconiza a criação de sistema de monitoramento de qualidade de empresas de logística do e-commerce, pela percepção dos usuários, ligando causas e efeitos pelo registro, pela análise e classificação de dados pesquisados.

Nesse ponto cabe ressaltar que o modelo matemático utilizado para processar os dados que permitem obter o IQLE e outras métricas, não é objeto deste trabalho, citando-se apenas, para entendimento, o procedimento metodológico que o sustenta. Da mesma forma, o instrumento de coleta de dados, em forma detalhada, também não é foco do desenvolvimento desse modelo matemático.

Registra-se ainda que para o cálculo do IQLE e de seus índices parciais foram consideradas as importâncias de cada atributo para o cliente final. Esses dados foram capturados na mesma enquete que coletou as impressões sobre os atributos.

Para os procedimentos técnicos aplicados ao estudo, que se relacionam à modelagem a ser criada, pode-se destacar o seguinte:

Os dados de entrada da modelagem deste artigo são as saídas do modelo matemático que gera o IQLE, que estão relacionados às empresas fornecedoras de serviços de logística para o e-commerce;

Na sequência da modelagem desenvolvida aqui, os dados de entrada passam por análises quantitativas sustentadas no método Fuzzy-SAW (Simple Additive Weighting) que, em sua primeira



etapa, tem sua matriz de decisão preenchida com os índices de qualidade abordados no IQLE formados pelos seus atributos, que são:

Quanto à percepção dos clientes para o serviço de entrega: produto certo, quantidade certa, tempo certo, qualidade certa, cliente certo, lugar certo, preço adequado.

Para a análise da percepção quanto ao atendimento ao cliente: comportamento da empresa para responder ao cliente em caso de alguma falha na entrega, tratamento da empresa quanto ao rastreamento da encomenda, classificação sobre a existência das informações para contato com o SAC, reação quanto ao contato com os entregadores da empresa de logística.

Por pesquisa exploratória são caracterizados os atributos em conjunto com os seus “pesos” ou graus de importância, segundo coleta de dados efetuada por pesquisa com especialistas na área de logística;

É considerada também como pesquisa ex-post-facto, pois é realizada a coleta de dados baseando-se na experiência vivida pelo usuário em certa condição diária e cotidiana, ou seja, depois dos fatos, tentando explicá-la e entendê-la para se tratar um perfil da qualidade da logística do comércio eletrônico.

No que concerne à abordagem do problema, essa pesquisa é caracterizada como quali-quantitativa, a saber: é qualitativa, pois existe relação dinâmica entre o mundo real (da operação logística com entrega) e o sujeito (usuário final) como vínculo indissociável entre a subjetividade e a objetividade; é quantitativa, pela tradução das percepções dos usuários finais do e-commerce efetuada pelo modelo matemático que gera o IQLE e os índices de qualidade parciais, redundando em números e informações correlatos.

### Referencial Teórico

#### Considerações sobre o e-commerce, a qualidade da logística e a pandemia

O comércio eletrônico, também conhecido pelo termo em inglês e-commerce, é uma modalidade de comércio em que são usados dispositivos eletrônicos, utilizando a internet como canal de acesso às lojas virtuais.

Desde a década de 1970 com Michael Aldrich, alavancado em 1995 com a entrada da Amazon, o comércio eletrônico popularizou-se como uma área fundamental para a economia mundial em tempos de globalização. Formado por sistemas de informações interorganizacionais, essa forma de comércio permite aos compradores e vendedores trocarem produtos e dados/informações, principalmente relacionados com negociações de compra, venda, pedido, pagamento, além de assistência após recebimento do produto contratado. (Pereira & Pereira, 2020)

Em tempos de reclusão aos movimentos sociais diante da pandemia da COVID-19 para desaceleração do ritmo de contágio, tal modo tornou-se fundamental para sobrevivência do varejo devido à redução da demanda às lojas físicas, com fechamento de algumas. Esse processo provocou aumento expressivo de acesso aos portais existentes, impondo aos empresários a acelerada adaptação ao novo cenário.

Para se ter melhor ideia da mudança repentina, de acordo com reportagem da e-commercebrasil, com a pandemia o Brasil antecipou-se em cinco anos a sua digitalização, passando de 35% para 57% os brasileiros usuários de compras online. Essa evolução pode impactar o pós-COVID-19, onde 55% dos consumidores no Brasil registram que pretendem continuar comprando pela internet. (e-commercebrasil, 2021)

Pela necessidade de girar a economia, o e-commerce transformou-se no principal instrumento de acesso dos clientes aos bens de consumo. A reboque disso, pela maior consciência do mercado por produtos e serviços de qualidade, aliada ao aumento da competitividade em todos os nichos, aperfeiçoamentos em alguns subsistemas foram necessários. Em destaque aqueles associados à segurança eletrônica nos meios de comunicação pela internet, na armazenagem de dados na nuvem, na estrutura de marketing para o cliente final e, principalmente, na operação logística.

Vários estudos, em períodos diferentes do atual, denotam a preocupação com a atuação logística influenciando na qualidade percebida do serviço. Em destaque as abordagens durante a pandemia, como a de Guimaraes Junior et al. (2020), que utilizam a modelagem SERVPERF para



processar dados de 249 consumidores do e-commerce; o estudo de Rachmawati et al. (2020), que utilizou pesquisas descritivas com 546 usuários da plataforma Shopee para analisar o impacto da qualidade do serviço logístico na satisfação e fidelização do cliente; a análise de Vasić et al. (2021), na qual afirmam que a satisfação do cliente (pesquisa com 425 clientes) no e-commerce depende diretamente de oito dimensões dos serviços logísticos.

Para se perceber como o tema é importante ao longo do tempo, mesmo em períodos anteriores à COVID-19, estudos resgatam a necessidade de aperfeiçoar a qualidade da logística em serviços. Resgataram-se alguns trabalhos para exemplificar: Gajewska et al. (2020) que, apesar de recente ainda não incorporava as influências da pandemia, foca nos critérios de qualidade dos serviços de e-commerce, principalmente em certa hierarquia de importância com avaliação pelo método Servqual; Hua e Jing (2015), que assumem uma abordagem empírica, tratando dos esclarecimentos dos principais fatores logísticos que afetam a satisfação do consumidor do comércio eletrônico; Lin et al. (2016) abordam os fatores de qualidade que influenciam a satisfação do cliente por três vieses: o do provedor logístico, do varejista e do cliente; Davidavičienė & Meidutė (2011) observam a eficiência do serviço com foco na medição de qualidade para a satisfação do consumidor, englobando critérios de avaliação da qualidade da logística, considerando as peculiaridades do comportamento dos consumidores; Yang et al. (2006), que analisa os serviços em geral do e-commerce para proposição de sistema de medição de avaliação da qualidade em quatro dimensões, sendo uma delas a de logística; Ballou (1992, p.5), apesar de não tratar, especificamente, sobre e-commerce, adota a convergência de atributos da logística para atendimento ao cliente baseando-se na missão da logística (7Rs, ou em português, 7Cs) que é ter: o produto certo, no lugar certo, com o preço certo, com a qualidade certa, na hora certa, na quantidade certa, para o local (cliente) certo.

#### Teoria Fuzzy

O marco sobre a Teoria Fuzzy ocorreu com a publicação do artigo Fuzzy Sets apresentado por Lotfi A. Zadeh, na revista *Information and Control* – Volume 8, nas páginas 338 a 353, em 1965 (Tanaka, 1997).

Ross (1995) destaca que, em conjuntos clássicos (crisp), a transição de um determinado elemento em um universo, entre ser membro e não-membro de um dado conjunto, é abrupta e bem-definida. Para um elemento em um universo que contém conjuntos Fuzzy, como os observados por Zadeh, essa transição pode ser transcrita como em uma fronteira subjetiva, na qual existe entre o pertencer e o não-pertencer a um dado conjunto.

Um conjunto Fuzzy A é então um conjunto de elementos que possui vários níveis de participação no conjunto (Graus de Pertinência), em certo universo de discurso  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , podem ser representados, segundo Tanaka (1997), de acordo com as expressões 1 e 2 expostas a seguir, onde  $\mu_A(x_i)$  é o grau de pertinência do elemento i e  $x_i$  o valor do elemento i no universo de discurso X.

Esse conjunto Fuzzy A, quando definido no universo de discurso X, é caracterizado por uma função de pertinência  $\mu_A$ , a qual mapeia os elementos de X para o intervalo [0,1].

Na forma Discreta, sendo o universo finito:

$$A = \mu_A(x_1)/X_1 + \mu_A(x_2)/X_2 + \dots + \sum_{i=1}^n \mu_A(x_i)/X_i \quad (1)$$

Na forma Contínua, usando Integrais-Fuzzy, sendo o universo infinito:

$$A = \int_x \mu_A(x_i)/X_i \quad (2)$$

Das operações possíveis com conjuntos Fuzzy destacam-se a União e a Interseção. A União de dois conjuntos Fuzzy (por exemplo, A e B) resulta em um terceiro conjunto Fuzzy (por exemplo, C), representando-se a operação da seguinte forma:

$$C = A \cup B \text{ ou } C = A \text{ O U } B \quad (3)$$

A pertinência do conjunto Fuzzy C resultante é obtida pela seguinte expressão:

$$\mu_C(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) \quad (4)$$

A Interseção de dois conjuntos Fuzzy, conforme exemplificado anteriormente, resulta em um terceiro conjunto Fuzzy, podendo-se expressar da seguinte forma:



$$C = A \cap B \text{ ou } C = A \cup B \quad (5)$$

A pertinência do conjunto Fuzzy C resulta em:

$$\mu_C(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) \quad (6)$$

Uma variável crisp, para ser avaliada no domínio Fuzzy, precisa ser representada por uma variável linguística que é o nome do conjunto Fuzzy. Essa última pode ser representada por rótulos linguísticos (ou termos linguísticos) que se baseiam nas suas funções de pertinência, que podem ser representados por Integrais-Fuzzy, conforme a expressão 2.

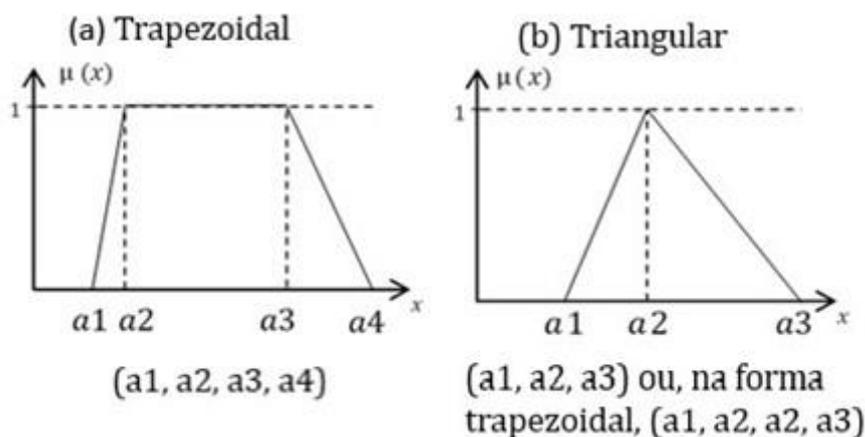
A quantidade e a forma das funções de pertinências e de seus termos linguísticos baseiam-se em Shaw et al. (1999) os quais citam que elas podem ser obtidas baseando-se na experiência do analista e na natureza do processo a ser controlado. Eles citam ainda que a quantidade de funções, na prática, deve variar entre 2 e 7, sendo que, quanto maior, melhor a precisão do resultado e, quanto menor, melhor a demanda computacional e a compreensão dos resultados pelo analista.

Certo subconjunto Fuzzy A, que tem como domínio de certa função de pertinência o conjunto dos números reais no universo de discurso, que representa um termo linguístico, pode ser representado por um número Fuzzy.

O número Fuzzy é fundamental para representar situações nas quais os dados não são precisos, com atributos que tenham imprecisão na forma de expressar, tal como a representação de situações subjetivas do cotidiano. Os números Fuzzy mais usados são triangulares e trapezoidais que podem ser representados das formas apresentadas na Figura 1.

Figura 1

Exemplos de números



Fonte: Autores.

Para exemplificar as operações aritméticas com números Fuzzy considerar-se-ão dois números trapezoidais  $A'1=(a11, a12, a13, a14)$  e  $A'2=(a21, a22, a23, a24)$  adiante, onde estão as expressões 7 a 12 que refletem a adição, subtração, produto, divisão, produto de um escalar e divisão de um escalar.

$$\text{Adição: } A'1 \oplus A'2 = \{a11+a21, a12+a22, a13+a23, a14+a24\} \quad (7)$$

$$\text{Subtração: } A'1 \ominus A'2 = \{a11-a24, a12-a23, a13-a22, a14-a21\} \quad (8)$$

$$\text{Produto: } A'1 \otimes A'2 = \{a11.a21, a12.a22, a13.a23, a14.a24\} \quad (9)$$

$$\text{Divisão: } A'1 \oslash A'2 = \{a11/a24, a12/a23, a13/a22, a14/a21\} \quad (10)$$

$$\text{Produto de um escalar } n: n.A'1 = \{n.a11, n.a12, n.a13, n.a14\} \quad (11)$$

$$\text{Divisão por um escalar } n: A'1/n = \{a11/n, a12/n, a13/n, a14/n\} \quad (12)$$

Após o processamento dos dados no ambiente Fuzzy é necessário retornar-se para o domínio crisp, isto é, dos números reais. Para isso necessita-se DeFuzzyficar o resultado que, segundo Shaw et al. (1999), depende da escolha do método diante do contexto da decisão, pois existem inúmeras opções, dentre elas a baseada na distribuição PERT (subconjunto da distribuição BETA) que aumenta a ponderação nos valores intermediários, àqueles onde o grau de pertinência é igual a 1, ou seja, têm



maior possibilidade de pertencerem ao conjunto Fuzzy. A expressão 13 adiante registra este método tendo como exemplo o número trapezoidal apresentado na figura 1.

$$Saída_i = \frac{a_1 + 2a_2 + 2a_3 + a_4}{6} \tag{13}$$

**Fuzzy-Saw**

Um processo decisório pode ser apoiado por métodos, técnicas e procedimentos para aumentarem a eficácia das respostas, principalmente naqueles problemas onde a capacidade cognitiva do decisor é afetada pela presença de múltiplos critérios, incrementados pela presença de valores vagos e/ou imprecisos.

O método SAW (Simple Additive Weighting) é considerado um dos métodos hierárquicos multicriteriais da escola americana dos mais conhecidos e bem aprovados devido a sua simplicidade e aproximação dos resultados com técnicas mais aprimoradas (Stanković et al., 2020, Piasecki et al., 2019 e Zhu e Buchmann, 2002 apud Oliveira, 2018).

Como se percebe, esse método consiste em determinar valores destinados às relações entre alternativas e critérios por meio de uma matriz de decisão, concedendo pesos para os critérios, redundando em lista hierarquizada com as alternativas mais adequadas (Abadi et al., 2019 e Vaz et al., 2017). Os valores relacionados a cada alternativa são obtidos pela Função Utilidade, dada pela expressão 14.

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j \cdot r_{ij} , \text{ sendo:} \tag{14}$$

$S_i$  a função utilidade da  $i$ -ésima alternativa, para  $i=1,2,3,\dots,n$ ;

$w_j$  o peso do  $j$ -ésimo critério, com  $j=1,2,3,\dots,n$ ;

$r_{ij}$  o dado normalizado da  $i$ -ésima alternativa do  $j$ -ésimo critério.

Para determinação dos pesos dos critérios ( $w_j$ ) baseando-se na ordenação da importância de cada critério em uma escada natural, utiliza-se a forma recíproca, calculada pela expressão 15.

$$w_j = \frac{\frac{1}{z_j}}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{z_k}}, \text{ onde:} \quad (15)$$

$z_j$  é a importância do  $j$ -ésimo critério, com  $j=1,2,3,\dots,n$ ;

O Fuzzy-SAW é a agregação dos preceitos da Teoria Fuzzy com o método SAW, valorizando a possibilidade dos dados que relacionam alternativas e critérios em serem relacionados ao modo de raciocinar da mente humana, baseado em conceitos vagos, incompletos e imprecisos (Amaral, 2016).

Em análise nas principais bases de indexação de periódicos e pelo Google Scholar, nota-se ampla aplicação da modelagem SAW, mais de 14 mil produções entre 2017 e 2022. Tomando-a como associação à teoria Fuzzy, no mesmo período, restringe-se a 8 mil registros referenciais, com abrangência para a área de e-commerce, em torno de 400 análises científicas. Nesse último cenário é possível observar relevante quantitativo não desenvolvido em inglês, francês ou espanhol, denotando aplicações registradas em periódicos locais. Em português foram identificadas apenas três publicações, considerando os critérios estipulados para busca.

Assim, vale destacar alguns estudos que se vinculam com alguma vertente logística. Tionathan et al. (2021) efetuam a abordagem para aperfeiçoar o método de escolha do melhor serviço de entrega em Jacarta, capital da Indonésia. O método utilizado é a Lógica Fuzzy pelo viés de Tsukamoto. Foram analisadas opções metodológicas, incluindo Fuzzy puro e em conjunto com Multi-Attribute Decision Making Simple Additive Weighting. Ulutaş e Karaköy (2019) revisam a literatura para o uso de SAW junto com regressão linear Fuzzy para análise de eficiência de sistemas logísticos. Arif, Suseno e Isnanto (2020) abordam a priorização de alternativas de vendedores de mercadorias em e-commerce. Na revisão os autores relatam o desenvolvimento de um sistema de recomendação de vendedores ótimos usando o método Simple Additive Weighting como fundo. Em outra perspectiva metodológica eles verificam a tomada de decisão multicriterial com o uso de números triangulares Fuzzy para minimizarem-se as subjetividades. Mardhia e Normawati (2018) desenvolvem um sistema de recomendação para seleção de vendedores de várias empresas de e-commerce na



Indonésia, usando-se método de ponderação aditiva simples em conjunto com a teoria Fuzzy, com pesos definidos a partir da preferência do usuário. Engel, Utomo e Purnomo (2017), diante das opções de e-commerce ressaltadas por eles, o trabalho busca interpretar quais são as mais confiáveis pelo uso de cinco critérios com base no fuzzy multi-atributo de ponderação aditiva simples (Fuzzy-SAW).

Na mesma linha de abordagem de vincular a teoria Fuzzy com o método SAW há que destacarem-se as análises de Deshpande, Kumar e Chakour (2020) que observam o desempenho de transporte baseando-se em indicadores quantificáveis para otimização do portfólio de gastos, utilizando-se métodos multicriteriais, como o SAW, considerado simples e robusto; o de trabalho de Pei et al. (2019) que caracterizam o método SAW em vários casos, ressaltando-se que tem vantagens de uma estrutura intuitiva e concisa, mas é objetivo ao extremo para dar suporte para o problema estudado por eles. Junto a ele agregou-se o Fuzzy Comprehensive Evaluation (FCE) para aperfeiçoar a análise subjetiva das variáveis para análise de risco em cadeias de suprimento; além da caracterização de Zaiwani, Zarlis, Efendi (2018) que estudaram o aprimoramento de algoritmos híbridos de Fuzzy com Analytic Hierarchy Process (FAHP), com o Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (FTOPSIS) e com Simple Additive Weighting (FMADM-SAW).

Dessa forma, baseando-se na adaptação dos passos de Lestari et al. (2020), tratar-se-ão dos seguintes itens para solução do Fuzzy-SAW:

- 1 – Determinar das alternativas e critérios estabelecidos para o problema;
- 2 – Elaborar a matriz de decisão que relaciona as alternativas com os critérios, populando essa relação com dados normalizados;
- 3 – Calcular os pesos dos critérios baseando-se nos seus graus de importância para o processo de decisório;
- 4 – Aplicar a função utilidade para geração de lista hierarquizada, onde o maior valor é o que se apresenta como a alternativa mais adequada.

## Modelagem E Aplicação

### O IQLE

O Índice da Qualidade da Logística do E-commerce é o resultado do processamento de variáveis de entrada por um modelo matemático desenvolvido para avaliação da qualidade percebida. Ele está estruturado por preceitos da Teoria Fuzzy para permitir se capturarem as impressões dos clientes finais após a prestação do serviço, no final do ciclo logístico.

Além do próprio IQLE, são gerados índices parciais que o compõem, fundamentais para se compreender a sua formação, viabilizando o aperfeiçoamento do processo decisório.

A percepção da qualidade do serviço de logística é um fator de destaque e, de certa forma, determinante para se avaliar o desempenho do e-commerce. Entretanto, tratar de “percepções” humanas envolve-se de abordagem subjetiva, que tenta indicar as expectativas e necessidades dos clientes, início para construção de relação de fidelidade mercadológica.

A satisfação do consumidor está intimamente ligada com a sua opinião em relação ao serviço prestado, o que indica que quanto mais altas as chances de que suas expectativas e necessidades sejam atendidas, maior é a qualidade percebida.

Anderson et al. (1994), como citado em Fonseca et al. (2002), ressaltam que a satisfação do usuário é afetada por três antecedentes: qualidade percebida (atual avaliação de desempenho do sistema), preço (valor percebido) e expectativas. Como observado, nesse trabalho a qualidade da logística deve ser refletida pela percepção que os seus clientes têm após o serviço prestado.

Alguns estudos tentam abordar, de forma mais pragmática, a visão da satisfação dos clientes quanto à qualidade percebida e, por isso, vale destacar alguns: De Albuquerque (2019) que fornece a análise dos atributos relacionados à satisfação dos clientes, focando-se na relação entre a satisfação do cliente e o desempenho de um produto ou serviço; De Farias & De Oliveira (2020) analisa modelos de avaliação da qualidade, destacando-se “5 Gaps” que visam a auxiliar os gestores a compreenderem a origem dos problemas da qualidade dos serviços; Soares & De Oliveira (2019) buscam classificar atributos de serviços de lavagem de veículos motorizados para se estimar a



confiabilidade das questões funcionais/disfuncionais, o coeficiente de satisfação/insatisfação e mensurar o nível de satisfação dos clientes conforme o modelo de Kano; Dias (2018) aborda o modelo de Kano na proposição de uma aplicação prática para identificação dos principais atributos de qualidade, indicando os requisitos capazes de potencializar a satisfação de seus clientes.

Para se avaliar a qualidade percebida pelo cliente utilizam-se atributos (ou métricas) que a representam. Dentre os mais tratados em estudos em que se observam métricas na tríade conectiva qualidade x logística x comércio eletrônico, estão relacionados os seguintes no Quadro 1 adiante.

**Quadro 1**

*Atributos Identificados*

Atributos	A	B	C	D	E	F	G
Confiabilidade	x	x	x	x	x	x	x
Rapidez					x		x
Empatia	x				x		x
Flexibilidade	x	x	x	x			x
Acessibilidade					x		x
Disponibilidade					x	x	x
Tangibilidade	x						x

Fontes: A - TONTINI E ZANCHETT (2010); B - PORTO et al. (2019); C - MAIA et al. (2019); D – LARA et al. (2020); E - MARCHESINI e ALCANTARA (2012); F – DE BARROS (2016); BALLOU (1992, p.5).

Como se nota na análise de atributos exposta na Quadro 1, há na abordagem de Ballou (1992, p.5) o foco mais amplo na missão da logística, que é representada pelos 7Rs, apesar de não estarem relacionados diretamente ao e-commerce. Por isso, neste subitem são modelados os sete atributos segundo os preceitos da Teoria Fuzzy, a destacar:

1. Produto certo – habilidade para entregar a encomenda conforme o especificado no ato da compra;
2. Quantidade certa - capacidade de atender às solicitações de quantidade dos itens encomendados, de forma integral, seja por danos de parte/totalidade do item ou por redução de quantidade de item registrado na encomenda;
3. Tempo certo – refere-se à variabilidade do tempo de ciclo do pedido, da encomenda até a entrega efetiva ao cliente final;
4. Condição certa - trata-se da capacidade de entrega da encomenda sem apresentar falhas, defeitos ou danos ocorridos durante a armazenagem e/ou transporte;
5. Cliente certo – condição de entregar a encomenda ao cliente final conforme especificado no ato da compra;
6. Lugar certo – refere-se à condição de entrega da encomenda no local especificado no ato da compra;
7. Preço certo – reflete a adequação entre o frete cobrado em confronto com o valor agregado da encomenda e o tempo de entrega.

Para geração do IQLE trata-se, além da percepção dos clientes quanto ao serviço de entrega, representada pelos 7Rs, da cognição quanto ao atendimento ao cliente, caracterizando então os seus índices parciais.

Para cada atributo é necessário modelar as respostas dos clientes finais representadas por funções de pertinência expressas pelas integrais-Fuzzy. Considerando-se que são cinco respostas, tomando-se por base a escala Likert, necessitam-se qualificar-se em cinco funções de pertinência identificadas por rótulos ou termos linguísticos “extremamente insatisfeito”, “insatisfeito”, “neutro”, “satisfeito” e “extremamente satisfeito” registrados segundo as respectivas integrais-Fuzzy, desenvolvidas conforme a expressão 2, redundando em 15 a 19, para certo universo de discurso  $X \Rightarrow [0,10]$ , em que 0 é a pior condição, ou seja, rótulo “extremamente insatisfeito”.



$$\mu(x)_{\text{extremamente insatisfeito (EI)}} = \int_{0 \rightarrow 1}^{-x + 1} / X \tag{15}$$

$$\mu(x)_{\text{insatisfeito (IN)}} = \int_{0 \rightarrow 0}^{2 \rightarrow 1} \frac{x}{2} / X + \int_{2 \rightarrow 1}^{3 \rightarrow 1} 1 / X + \int_{3 \rightarrow 1}^{5 \rightarrow 0} \frac{-x + 5}{2} / X \tag{16}$$

$$\mu(x)_{\text{neutro (NE)}} = \int_{4 \rightarrow 0}^{5 \rightarrow 1} x - 4 / X + \int_{5 \rightarrow 1}^{6 \rightarrow 0} -x + 6 / X \tag{17}$$

$$\mu(x)_{\text{satisfeito (SA)}} = \int_{5 \rightarrow 0}^{7 \rightarrow 1} \frac{x - 5}{2} / X + \int_{7 \rightarrow 1}^{8 \rightarrow 1} 1 / X + \int_{8 \rightarrow 1}^{10 \rightarrow 0} \frac{-x + 10}{2} / X \tag{18}$$

$$\mu(x)_{\text{extremamente satisfeito (ES)}} = \int_{9 \rightarrow 0}^{10 \rightarrow 1} x - 9 / X \tag{19}$$

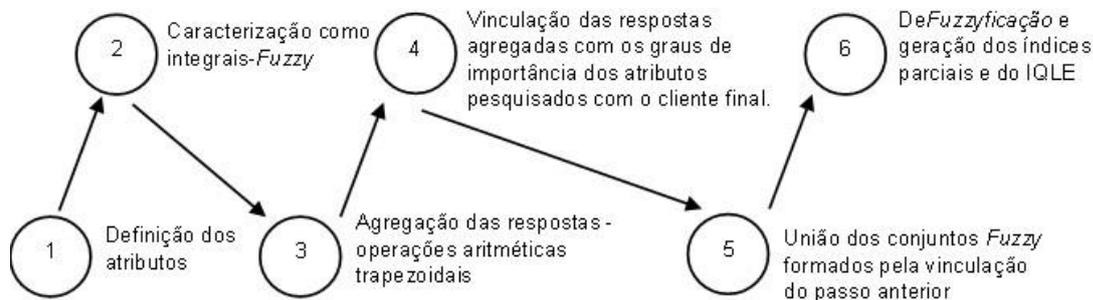
As respostas de cada questão do questionário para coleta de dados durante a enquete passaram por processo de agregação de integrais-Fuzzy, utilizando operações aritméticas trapezoidais conforme as expressões 7 a 12, representando o consenso dos respondentes, onde também está contemplado o grau de importância de cada um dos 7Rs, para cada cliente final. O resultado é expresso em um vetor Fuzzy  $\tilde{A}$  como apresentado em Ross (2010), segundo expressão 20.

$$\tilde{A} = \left\{ \frac{\mu(x)_{EI}}{EI} + \frac{\mu(x)_{IN}}{IN} + \frac{\mu(x)_{NE}}{NE} + \frac{\mu(x)_{SA}}{SA} + \frac{\mu(x)_{ES}}{ES} \right\} \tag{20}$$

Em seguida, usando-se a expressão 4, efetua-se a união dos conjuntos Fuzzy representados por cada função de pertinência “extremamente insatisfeito”, “insatisfeito”, “neutro”, “satisfeito” e “extremamente satisfeito”. Por esse resultado é possível passar do domínio Fuzzy para o Crisp com a aplicação da equação 13. Esse resultado caracteriza um indicador parcial para cada um dos 7Rs. Quando todos são agregados redundam no IQLE, que representa o consenso sobre a percepção dos clientes finais, também no universo de discurso [0,10].

De forma resumida, o procedimento para determinação dos indicadores parciais, além do IQLE, é detalhado na Figura 2.

Figura 2

*Procedimento Metodológico Adotado na Modelagem*

Fonte: Própria.

**Característica dos Dados de Entrada**

A enquete para capturar os dados que representam a qualidade percebida é considerada como de observação direta e extensiva, que utiliza um questionário disponível pela internet, com perguntas de opinião, fechadas e de múltipla escolha com cinco opções. Cada respondente foi caracterizado por questões que identificam o seu perfil, mas sem sua identificação por nome ou qualquer outro dado que o individualize; perguntas que caracterizam a encomenda; e outras questões específicas à logística. Todas as perguntas geram métricas que são associadas a atributos da qualidade da logística do e-commerce.

Coletaram-se 409 respostas entre 4 e 20 de outubro de 2021, sendo que 67% delas são de clientes das cidades do Rio de Janeiro e de São Paulo. Os respondentes foram caracterizados em quatro quesitos: faixa etária, nível da formação, gênero e cidade onde recebeu a maioria das encomendas efetuadas pela internet.

O perfil geral das encomendas também formou o questionário, arguindo-se sobre a frequência das encomendas, a quantidade média de produtos, a principal empresa (mais frequente) de entrega e o valor médio do frete.



### Modelagem com o Fuzzy-Saw

Para avaliação da qualidade das empresas que suportam a logística do e-commerce, objetivo deste trabalho, é necessária a aplicação dos passos do método Fuzzy-SAW, conforme dispostos no subitem 3.3 deste trabalho.

O primeiro passo da hierarquia descreve a necessidade de se identificarem as alternativas e os critérios que serão tratados no problema. Nas colunas da tabela 1 estão externadas as quatro empresas (alternativas) mais citadas pelos clientes finais, que juntas representam quase 80% das observações: Correios (CR), Mercado Livre Envios Full (ML), JadLog (JL) e Total Express (TE). Nas linhas da mesma tabela descrevem-se os índices que compõem o IQLE, intitulados como Critérios, que são: os 7Rs e quatro atributos relacionados ao atendimento ao cliente.

O passo 2 para implementação do Fuzzy-SAW refere-se à relação entre alternativas e critérios, entendida como a matriz de decisão (Tabela 1). Nela deve-se preencher com os dados normalizados (no mesmo universo de discurso), permitindo a mesma base de análise para todas as variáveis na aplicação da função utilidade.

Os dados que preenchem a matriz de decisão na Tabela 1 referem-se aos índices parciais calculados no âmbito do IQLE, resultantes do processamento de modelo matemático sustentado no procedimento metodológico exposto na Figura 2. Esses dados são números reais e referem-se ao universo de discurso na faixa [0,10], para zero a pior situação.

Tabela 1

Dados de Entrada do Modelo Fuzzy-SAW

CRITÉRIOS/ALTERNATIVAS	CR	ML	JL	TE
C1 - PRODUTO CERTO	7,17	6,03	5,94	9
C2 - QUANTIDADE CERTA	6,36	6,2	5,09	5,25
C3 - TEMPO CERTO	6,37	7,88	7,74	5,45
C4 - QUALIDADE CERTA	5,12	3,74	5,06	2,83
C5 - CLIENTE CERTO	4,06	4,48	5,44	4,59
C6 - LUGAR CERTO	4,04	4,67	5,29	2,39
C7 - PREÇO ADEQUADO	3,67	3,57	3,92	2,78
C8 - RESPONDESSIVIDADE AO CLIENTE	4,47	5,21	5,02	5,01
C9 - CONDIÇÃO DE RASTREAMENTO	6,15	6,64	6,31	5,86
C10 - EXISTÊNCIA DAS INFORMAÇÕES PARA CONTATO COM O SAC	6,06	6,79	6,59	6,92
C11 - CONTATO COM ENTREGADORES	5,38	6,13	6,16	6,4

Fonte: Autores

No terceiro passo descreve-se a necessidade de se calcularem os pesos dos critérios.

Inicialmente determinou-se o grau de importância, sendo 1 mais importante, conforme está transcrito na Tabela 2.

Tabela 2

Importância dos Critérios

Critérios	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11
Importâncias	2	6	7	5	1	4	3	1	2	4	3

Fonte: Autores.

Os pesos são calculados com o uso da expressão 15, redundando nos valores apresentados na Tabela 3.

Tabela 3

Pesos dos Critérios ( $w_j$ )

Critérios	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11
Pesos	0,107	0,035	0,03	0,042	0,214	0,053	0,071	0,214	0,107	0,053	0,071

Fonte: Autores.



O quarto e último passo para implementação do Fuzzy-SAW refere-se à aplicação da função utilidade (expressão 14), que trata do produto do escalar (vetor da Tabela 3) pelos valores da matriz de decisão (Tabela 1), resultando na hierarquia listada na Tabela 4.

**Tabela 4**

*Resultado da Aplicação da Função Utilidade*

	EMPRESAS				
	Correios	Mercado Livre	JadLog	Total Express	Total
Frequência das citações dos clientes finais (%)	45,72	26,65	4,16	3,42	79,95
Resultado da Função Utilidade	5,07	5,35	5,53	5,27	-
Ordem das empresas mais qualificadas	4	2	1	3	-

Fonte: Autores

### Análise das Modelagens e dos Resultados Obtidos

#### O Modelo do IQLE

O procedimento metodológico apresentado na Figura 2 caracteriza uma forma de se tratarem conceitos vagos, como aqueles relacionados às percepções humanas, de forma objetiva, apoiando o decisor com informações mais consistentes sobre o viés coletivo. É baseado nele que o modelo que gera o IQLE foi estruturado.

Não obstante do aspecto individual do cliente, esse modelo permite analisar várias faces das informações pelo viés coletivo, pela aplicação de filtros que permitem segmentar a sua resposta. Como exemplo, podem citar a avaliação de qualidade das empresas operadoras logísticas que apresentam ranqueamento em faixas etárias diferentes ou para alguma cidade específica daquelas coletadas.

Ainda no aspecto da obtenção dos dados, consegue-se extrapolar as análises pela estatística descritiva, pois a Teoria Fuzzy permite capturar percepções em questões subjetivas, tratá-las, e convertê-las em valores representativos no mundo real.

Há também potencial de processamento de atributos com comportamentos lineares ou não-lineares, além de permitir processar dados com universos de discurso diferentes, ampliando ainda mais a importância, amplitude e condição analítica dos resultados.

### O Modelo Fuzzy-Saw

Associando-se a característica de processamento de modelos que se baseiam nos preceitos da Teoria Fuzzy à simplicidade do método SAW para análise multicriterial, obtém-se um método híbrido Fuzzy-SAW.

Essa vinculação redonda na capacidade de processar variáveis com características, universos e dimensões diferentes, e na possibilidade de se gerarem comparações entre alternativas submetidas a critérios diversos.

Tal como nesse trabalho, objetiva-se identificar o nível de qualidade das empresas, tomada por vários índices parciais e do IQLE, mas também, ranquear, segundo eles, a empresa mais relevante quanto à percepção de seus clientes.

Outro destaque que agrega valor ao processamento dos dados é que cada atributo pode apresentar importância distinta, que pode redundar de opiniões de pessoas.

### Análise dos Resultados do Modelo Fuzzy-Saw

Nesse trabalho são avaliadas as quatro empresas mais citadas pelos clientes na enquete para coleta de dados que suportam a validação e teste do modelo Fuzzy-SAW.

A base de dados utilizada não está filtrada por nenhum segmento do grupo de clientes. Dessa forma, são considerados 409 respondentes, com equilíbrio em termos de gênero, maior participação de faixa etária entre 31 e 40 anos (29%), com predomínio de pessoas com nível superior (41%).



A Tabela 5 a seguir denota os índices parciais utilizados como dados de entrada, obtidos pelo processamento de modelo matemático para geração do IQLE sustentado pelo procedimento metodológico (Figura 2). Tais índices seguem a seguinte forma organizativa:

P1 - Percepção quanto ao serviço de entrega - resultado da agregação dos atributos/critérios C1 a C7;

P2 - Percepção quanto ao atendimento ao cliente – agregação de C8 a C11;

IQLE – Agregação de P1 e P2.

**Tabela 5**

*Resultados do Modelo Fuzzy-SAW*

CRITÉRIOS/ALTERNATIVAS	CR	ML	JL	TE
P1 (C1 a C7)	5,48	5,4	5,62	4,1
Ranqueamento	2	3	1	4
P2 (C8 a C11)	5,55	6,22	5,93	6,04
Ranqueamento	4	1	3	2
IQLE	4,28	5,77	5,31	6,04
Ranqueamento	4	2	3	1
Ranqueamento do FUZZY-SAW (Tabela 6)	4	2	1	3

Fonte: Autores.

Cabe reiterar que os cálculos de P1 e P2 consideram os graus de importância de C1 a C11 atribuídos pelos próprios clientes na enquete para coleta de dados para geração do IQLE. Entretanto, no modelo FUZZY-SAW registrou-se a importância de todos os critérios segundo coleta de dados efetuada por outra consulta, realizada com especialistas na área de logística (Tabela 2).

É fato notório que a empresa Correios, que é mais antiga, é a que detém maior capilaridade e, por isso, maior capacidade de atendimento aos clientes brasileiros. Ratificando isso, nota-se que quase 50% dos registros da enquete consideraram como a empresa de atendimento principal.

Talvez por isso, quando se avalia a percepção P1, que considera somente os quesitos da missão logística, posicione-se em segundo lugar. Não obstante, quando se tomam os critérios C8 a C11, agregados em P2, que caracterizam o contato mais aproximado com os clientes finais, tal empresa é direcionada para última posição quanto à qualidade.

Nessa ótica vale ressaltar a empresa Mercado Livre, citada por quase 30% dos clientes.

Apesar de se posicionar em P1 em 3º lugar, há diferença pequena, na casa dos centésimos, para a empresa analisada anteriormente. Esta pequena diferença entre as duas empresas não se repete quando se considera a aproximação com o cliente para atender aos seus anseios. O ML tem nota 6,22, a maior entre todas as avaliações nesse trabalho, distante 11% do seu concorrente, o que o coloca em primeiro lugar nesse quesito.

Dentre as duas menores empresas, JL e TE, com citações de 4,16% e 3,42%, respectivamente, vale destacar a alternância delas em 1º e 3º lugares pelo IQLE e pelo modelo FUZZY-SAW. Nesse aspecto é importante salientar que o IQLE recebe, especificamente, as impressões dos clientes finais, quanto à percepção e a importância dos atributos. Já no modelo objeto desse trabalho, inserem-se as impressões de especialistas em logística quanto a importância dos critérios.

Ainda no confronto entre o resultado puro do IQLE e o do modelo, vale destacar a manutenção das posições para CR e ML.

### Conclusões

O advento da pandemia provocou muita agitação e pressão dos clientes sobre o e-commerce e, em consequência, sobre os sistemas logísticos, antecipando investimentos e reavaliações de processos, redundando em sinergia entre vários atores dessa área.

Nesse cenário é possível destacar quesitos para gestão calcados fortemente em tecnologia da informação, principalmente àqueles voltados para o controle do processo e informação para o cliente, viabilizando a sua fidelização.

A tecnologia pode ser substancial aliada para otimização de processos, aumentando-se a segurança das transações, melhorando o controle durante e ao final do ciclo do pedido e aproximando o público das empresas com respostas rápidas e precisas, inclusive em situações de contingência.

É então nesse sentido que este trabalho apresenta maior relevância como instrumento de controle, podendo impactar nos planejamentos de médio e longo prazos das operadoras de serviços



logísticos. É possível também gerar diagnósticos constantes, com plotagem de séries históricas que possam refletir tendências por intermédio de novas pesquisas sobre as percepções dos usuários.

É possível concluir também que, a partir da modelagem proposta, foi possível atingir o objetivo principal deste trabalho, com a geração de resultados que refletem a percepção dos usuários do comércio eletrônico, servindo como instrumento analítico para o processo decisório, ainda mais premente nesse momento de pandemia do COVID-19.

Nesse sentido, o método Fuzzy-SAW enquadrou-se adequadamente a necessidade de se analisar múltiplos critérios, mas baseando-se em dados qualitativos que expressam percepções dos respondentes, considerados, de certa forma, expressões subjetivas do pensamento deles. No tocante à aplicação do método em problemas vinculados à logística, para concepção da modelagem, os estudos revisados denotam princípios adequados para este fim e não se caracteriza como diferencial no sentido da agregação de valor científico. Entretanto, não se identificou referência bibliográfica quanto à definição dos critérios para modelagem que se expressam a visão de Ballou para a missão da logística pelos 7Rs, posicionando-se, neste sentido, relativo destaque na abordagem.

Pelo estudo de caso pôde-se exemplificar e validar a modelagem proposta, demonstrando a importância da continuidade de coleta de dados em outras rodadas para o futuro. Dessa forma, é possível a geração de séries históricas ampliadas que permitirão apoiar decisões estratégicas, táticas e operacionais, baseando-se em previsões futuras.

Quanto à análise dos resultados, não se esgotam as possibilidades de cruzamentos de dados, por intermédio de filtros, quanto às características dos respondentes. Esse fato é indicativo de versatilidade e permite a ampliação de outros atributos pertinentes para análise da qualidade das empresas prestadoras de serviços logísticos.

Pelos resultados obtidos pelo modelo Fuzzy-SAW, a percepção do cliente denota margem substancial para melhorias na eficiência das empresas (aspectos operacionais) e na satisfação do próprio (pelo contato direto), pois nenhuma das corporações chegou na nota 6,0.

Outro fator de relevância a destacar é que as empresas com maior amplitude operacional, portanto com maior capilaridade, representam 70% dos registros da enquete para coleta de dados. Apesar desta característica para rápido atendimento para entrega, com redução das distâncias até o cliente e consequente impacto no frete, não estão conseguindo melhorar as percepções com os seus clientes. As duas maiores empresas, que detêm melhores condições para atendimento nacional, ficaram nos dois últimos lugares.

Por isso, diante da possibilidade de aperfeiçoamentos operacionais, é possível refletir, por exemplo, sobre o pós-pandemia. Para minimizarem-se alguns problemas operacionais, é possível investir em omnichannel, com integração entre as lojas físicas e virtuais às necessidades dos clientes finais. Assim, é possível reduzirem-se os custos (e os problemas) com logística reversa pela devolução de produtos, já que o cliente pode ver outros detalhes sobre o que pretende comprar; e reduzirem-se os custos com frete e o tempo de entrega, pois as lojas físicas podem ser centros de distribuição e pontos de retirada. Todas estas questões têm impacto direto na visão do cliente sobre a prestação do serviço.

### Referências

- Abadi, S., Hawi, A., Akla, Dacholfany, I., Huda, M., Teh, K.S.M., Walidi, J., Hashim, W., & Maselena, A. (2019) Identification of Sundep, Leafhopper and Fungus of Paddy by Using Fuzzy SAW Method, <https://doi.org/10.31838/ijpr/2019.11.01.093>, International Journal of Pharmaceutical Research, January- March 2019 (11), 695-699
- Amaral, I. C. G. D. S. (2016) Metodologia para Escolha de Estações para Implantação de Projetos de DOT (Desenvolvimento Orientado ao Transporte). (Dissertação de mestrado), Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro/RJ, Brasil.
- Arif, Miftahul; Suseno, Jatmiko Endro and Isnanto, R. Rizal (2020) Multi-Criteria Decision Making with the VIKOR and SMARTER Methods for Optimal Seller Selection from Several E-Marketplaces, E3S Web of Conferences, V202, pp.14002.
- Ballou, R.H. Business Logistics Management. (1992) 3rd. ed., U.S.A.: Prentice Hall.



Camara-E.NET - Comitê de Métricas da Câmara Brasileira de Comércio Eletrônico; Neotrust

Movimento Compre & Confie índice MCC-ENET Recuperado em 22 fevereiro, 2022,

<https://www.mccenet.com.br/>

Cordeiro, C. De O., Machado, W. V., Carvalho, R. L., S., Heloisa M. B. C., & Dacol, S. (2005) A Visão Do

Cliente Para Melhoria Da Qualidade Do Sistema De Transporte Coletivo Por Ônibus, XXV

Encontro Nac. De Eng. De Produção, Porto Alegre, RS, Brasil.

Davidavičienė, V., & Meidutė, I. (2011) Quality of e-Logistics in e-Commerce: Consumer Perception

10th International Conference - Liberec Economic Forum.

De Albuquerque, A.P.G. (2019) Aplicação Do Modelo De Kano Em Companhias Aéreas: Discussão Da

Satisfação Dos Clientes. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal De Pernambuco -

Programa De Pós-Graduação Em Engenharia De Produção.

De Barros, Fausto Karlaire (2016) A Qualidade Em Serviços Logísticos Como Um Fator Relevante Para

A Lealdade Do Cliente De Comércio Eletrônico. Dissertação de Mestrado em Administração,

Universidade Federal do Espírito do Santo – UFES.

De Farias, B.L.A. & De Oliveira, L.A.B. (2020) Aplicação Do Modelo De Kano Para Avaliação Da

Qualidade Em Serviços Prestados Por Um Restaurante Na Cidade Do Assú/RN. Graduação em

Engenharia de Produção. Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Deming, W. E. (1990) Qualidade: A Revolução da Administração. 367p. ISBN:8585238151, São

Paulo/SP, Brasil: Saraiva.

Deshpande, A., Kumar, M.R., Chakour, J. (2020). Transportation Spend Portfolio Optimization Using

Multi-level, Multi-criteria Decision Analysis. In: Iyer, B., Rajurkar, A., Gudivada, V. (eds)

Applied Computer Vision and Image Processing. Advances in Intelligent Systems and

Computing, vol 1155. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-4029-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-981-15-4029-5_11)

Dias, J.E.G. (2018) Atributos de qualidade: aplicação do modelo de Kano em uma indústria

especializada na produção e comercialização de artefatos de borracha localizada na região

Sul do Brasil. XII EEPA – Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial-Paraná.

- E-CommerceBrasil (2021) 1 em cada 4 brasileiros querem manter compras online diárias após a pandemia - reportagem de 17/11/2021 Recuperado em 22 fevereiro, 2022, de <https://www.ecommercebrasil.com.br/noticias/brasileiros-compras-online-coronavirus/>
- Engel, Mychael Maoeretz; Utomo, Wiranto Herry; Purnomo, Hindriyanto Dwi (2017) Fuzzy Multi Attribute Decision Making–Simple Additive Weighting (MADM-SAW) for Information Retrieval (IR) in E-Commerce Recommendation International Journal of Computer Science and Software Engineering; V6(6), pp.136-145.
- Fonseca, M. J., & Borges Jr., A. A. (2002) O Uso Da Pesquisa De Satisfação Do Consumidor Como Instrumento De Política Pública: O Potencial De Uso No Caso Do Transporte Coletivo De Porto Alegre Revista Interdisciplinar De Marketing, V1(3), 38-50.
- Gajewska, T., Zimon, D., Kaczor, G., & Madzík, P. (2020) The impact of the level of customer satisfaction on the quality of e-commerce services International Journal of Productivity and Performance Management, 69(4), 666-684.
- Guimaraes Junior, D.S., De Sant'anna, C.H.M., Soares, E.J.O., De Melo, F.J.C., & De Medeiros, D.D. (2020) Measurement of logistics service quality of e-commerce. International Journal of Logistics Systems and Management 37(1).
- Hua, W. & Jing, Z. (2015) An Empirical Study on E-commerce Logistics Service Quality and Customer Satisfaction The Fourteen Wuhan International Conference on E-Business – WHICEB. International Journal of Pharmaceutical Research ISSN 0975-2366 January- March 2019 (11)
- Lara, J.E., Afonso, T., Elias, R.K., Afonso, B.P.D., Tissot-Lara, & Thalles Augusto (2020) Marketing E Logística: Em Busca Da Satisfação E Lealdade Do Consumidor De Compras On-Line Revista Horizontes Interdisciplinares da Gestão E-ISSN: 2594-7788, 4(2).
- Lestari, P.F.I., Prabowo, T.T., & Utomo, W.M. (2020) The Effectiveness of Fuzzy-SAW Method for the Selection of New Student Admissions in Vocational High School. Letters in Information Technology Education (LITE) ISSN: 2654-5667, V3(1) 18-22
- Lin, Y., Luo, J., Cai, S., Ma, S. & Rong, K. (2016) Exploring the service quality in the e-commerce

context: a triadic view Industrial Management & Data Systems, 116(3), 388-415.

- Maia, Leonardo Caixeta de Castro, Souza Filho, Rafael Gontijo de; Oliveira, Miriam Tiemi Takimura (2019). Avaliação Da Percepção Dos Atributos De Compra Relacionados Ao E-Commerce: Um Levantamento De Dados, XLIII Encontro da ANPAD - EnANPAD São Paulo.
- Marchesini, Márcia Maria Penteado e Alcantara, Rosane Lúcia Chicarelli (2012). Conceituando O Serviço Logístico E Seus Elementos. Revista de Ciência & Tecnologia. e-ISSN 2238-1252, 17(33), 65-86.
- Mardhia, M. M. and Normawati, D. (2018) Marketplace Seller Recommender with User-Based Multi Criteria Decision Making, 12th International Conference on Telecommunication Systems, Services, and Applications (TSSA), 2018, pp. 1-5, doi: 10.1109/TSSA.2018.8708794.
- Oliveira, Bruno Fonseca. (2018) Teletrabalho: A Seleção de um Modelo em uma Empresa de Serviços. Revista de Ciência, Tecnologia e Inovação V1(5), 40-51, Recuperado em abril, 2020 de <http://www.revista.unifeso.edu.br/index.php/revistacienciatecnologiainovacao/article/view/1202/542>
- Pei, Xin; Zhang, Zhenjiang; Li, Chaoyu; Wang, Jia-wei and Mi, Kun. (2019) Supply Chain Risk Evaluation Based on D-S Evidence Theory. Journal of Computers V30(6), pp. 311-322 doi: <http://doi.org/10.3966/199115992019123006026>
- Pereira, B.A., & Pereira, J.M. (2020) A Importância da Logística no E-Commerce XI FATECLOG - São Paulo. Recuperado em 22, fevereiro, 2022 de <https://fateclog.com.br/anais/2020/v4/A%20IMPORTÂNCIA%20DA%20LOGÍSTICA%20NO%20E-COMMERCE.%20BRUNO%20APARECIDO%20PEREIRA,%20JOSEANE%20MACIEL%20PEREIRA.pdf>
- Piasecki, K., Ewa, R., & Anna Ł.-H. (2019) Simple Additive Weighting Method Equipped with Fuzzy Ranking of Evaluated Alternatives Symmetry V11(4) 482 doi: <https://doi.org/10.3390/sym11040482>
- Porto, E.C., Machado, C.E., Souza, E.P.S., Pachá, F.R., & Kasaya, G.R. (2019) Atributos Logísticos Na

Satisfação Do Consumidor De E-Commerce. Administração de Empresas em Revista, ISSN 2316-7548, 1(14), 185-204, Recuperado em 22, janeiro, 2021 de

<http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/admrevista/article/view/3324>

Prodanov, C. C., & Freitas, E. C. De (2013) Metodologia Do Trabalho Científico [Recurso Eletrônico]:

Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico (2. Ed.) Novo Hamburgo/RS, Brasil.

Rachmawati, D.Z., & Agus, A.A. (2020) E-Service and Logistics Service Quality in E-Commerce, Study

Case: Shopee Indonesia 3rd International Conference on Computer and Informatics

Engineering (IC2IE) 218-223.

Rodrigues, M. O. (2006) Avaliação Da Qualidade Do Transporte Coletivo Da Cidade De São Carlos

(Dissertação De Mestrado), Universidade De São Paulo, São Carlos/SP, Brasil.

Ross, T. J. (1999) Fuzzy Logic With Engineering Applications USA:Mcgraw-Hill

Shaw, I. S., & Simões, M. G. (1999) Controle E Modelagem Fuzzy (1ª Ed) São Paulo/SP, Brasil:Edgard

Blucher-FAPESP

Soares, R.A.D. & De Oliveira, L.A.B. (2019) Aplicação Do Modelo Kano Para Avaliação Da Qualidade

Em Serviços De Veículos Motorizados. Graduação em Engenharia de Produção. Universidade

Federal Rural do Semi-Árido.

Stanković, M., Željko Stević, D.K., Das, M.S., & Dragan Pamučar. (2020) A New Fuzzy MARCOS

Method for Road Traffic Risk Analysis. Mathematics 8(3) 457 doi:

<https://doi.org/10.3390/math8030457>

Tanaka, K. (1997) An Introduction To Fuzzy Logic For Practical Applications New York/USA: Springer-

Verlag

Tionathan, P.; Janarto, Y. R.; Hansen, I. and Hanafiah, N. (2021) Determining the best Delivery Service

in Jakarta using Tsukamoto Fuzzy Algorithm," 1st International Conference on Computer

Science and Artificial Intelligence (ICCSAI), pp. 284-288, doi:

<http://doi.org/10.1109/ICCSAI53272.2021.9609709>



- Tontini, G., & Zanchett, R.,. (2010) Atributos De Satisfação E Lealdade Em Serviços Logísticos. Gest. Prod., 17(4), 801-816. Recuperado em 22, Janeiro, 2022 de [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2010000400013&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2010000400013&lng=en&nrm=iso) > <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2010000400013>
- Ulutaş, Alptekin and Karaköy, Çağatay (2019) An analysis of the logistics performance index of EU countries with an integrated MCDM model Economics and Business Review, V5(19), N4, pp.49-69, DOI: <http://doi.org/10.18559/ebr.2019.4.3>
- Vasić, N., Kilibarda, M., Andrejić, M., & Jović, S. (2021) Satisfaction is a function of users of logistics services in e-commerce Technology Analysis & Strategic Management 33(7) 813-828.
- Vaz, M. C. S. et al. (2017) Tomada de decisão multicritério para seleção de tecnologias na produção agrícola com abordagem Fuzzy VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa, PR, Brasil, 1(1), 1-11. Recuperado em abril, 2020 de <http://www.aprepro.org.br/conbrepro/2017/down.php?id=2723&q=1>.
- Yang, Y., Humphreys, P., & McIvor, R. (2006) Business service quality in an e-commerce environment. Supply Chain Management, 11(3), 195-201.
- Zaiwani, B.E.; Zarlis, M. and Efendi, S. (2018) Improved hybridization of Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) algorithm with Fuzzy Multiple Attribute Decision Making - Simple Additive Weighting (FMADM-SAW) Journal of Physics: Conference Series, DOI <http://doi.org/10.1088/1742-6596/978/1/012076>