



www.relainep.ufpr.br



# CUSTOMERS' PERCEPTION OF THE QUALITY OF E-COMMERCE LOGISTICS

## A PERCEPÇÃO DOS CLIENTES SOBRE A QUALIDADE DA LOGÍSTICA DO E-COMMERCE

Marcelo Prado Sucena<sup>1</sup>, Fernanda Barbosa Ribeiro Vieira<sup>1</sup>, Marcus Vinicius Quintella Cury<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fundação Getúlio Vargas

✉ marcelo.sucena@fgv.br

Recebido: 07 Março 2024 / Aceito: 21 Maio 2024 / Publicado: 01 Setembro 2024

### ABSTRACT

This paper seeks to present a mathematical modeling based on the precepts of the Fuzzy Theory which, after processing the data collected in 2021 and 2023, returns the E-commerce Logistics Quality Index (IQLE) and partial indices that compose it. These values aim to exemplify and validate the model and intend to represent the quality of e-commerce logistics from the customer's perspective, by approaching the operational vision of logistics itself and by aspects related to serving the end customer. The model was robust in results, denoting similar proportions in the results of 2021 and 2023, which are compared and analyzed, including generating six scenarios that are evaluated to identify possible causes for the characterized effects. Positive changes were observed in the indices, most with margins above fifty percentage points, which may indicate possible procedural changes by the main marketplaces and technological investments. As for cause-and-effect relationships, it is suggested that the age of the responding customer and the shipping cost are possibly related to changes in vision between 2021 and 2023.

### RESUMO

Este artigo busca apresentar uma modelagem matemática baseada nos preceitos da Teoria Fuzzy que, após o processamento dos dados coletados em 2021 e 2023, retorna o Índice da Qualidade da Logística do E-commerce (IQLE) e índices parciais que o compõe. Tais valores visam exemplificar e validar o modelo e pretende representar a qualidade da logística do e-commerce pela ótica do cliente, pela abordagem da visão operacional da logística em si e pelos aspectos relacionados ao atendimento do cliente final. O modelo apresentou-se robusto nos resultados, denotando proporções similares nos resultados de 2021 e 2023, que são comparados e analisados, inclusive gerando-se seis cenários que são avaliados para se identificarem possíveis causas para os efeitos caracterizados. Observam-se modificações positivas nos índices, na maioria com margens acima de cinquenta pontos percentuais, que podem indicar possíveis modificações processuais pelas principais marketplaces e investimentos tecnológicos. Quanto às relações de causa e efeito, sugere-se que a idade do cliente respondente e o valor do frete têm possível relação com as mudanças de visão entre 2021 e 2023.

## 1 INTRODUÇÃO

A revolução digital provocou profundas transformações na maneira com que compramos e vendemos produtos. O comércio eletrônico redefiniu substancialmente a configuração do varejo na atualidade, proporcionando aos consumidores o fácil acesso a



www.relainep.ufpr.br



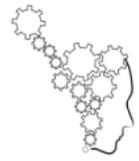
variedade infinita de produtos e serviços. Além disso, com o advento da pandemia do COVID-19, o e-commerce e as cadeias de suprimentos globais passaram por rápido desenvolvimento, destacando ainda mais a importância de se estruturar a logística de forma eficiente.

Essa logística, que frequentemente atua nos bastidores, não estando visível para os clientes finais, é a principal força que impulsiona o mundo transacional. Ela é considerada a essência do comércio (Ballou, 2007), desempenhando papel vital nas conexões entre produtos e consumidores, empresas e fornecedores, bem como na aproximação de regiões distantes entre si. Além disso, contribui constantemente para melhorar o padrão de vida das pessoas, facilitando o acesso a produtos e serviços com melhores qualidades, no menor custo e tempo de entrega, mesmo para aqueles que vivem longe de suas fontes de produção.

Essencial para o bom funcionamento de qualquer tipo de negócio que movimenta produtos, mantendo-o competitivo em meio ao mundo globalizado e dinâmico, a logística contribuiu permitindo se promover a melhor eficiência operacional, aperfeiçoamento de processos e reduções de custos e prazos. Desta forma, a logística empresarial vem se transformando em uma das principais ferramentas estratégicas para a obtenção de vantagens competitivas (Alves et al, 2005).

Os processos logísticos são essenciais para as empresas e indústrias dos mais diversos ramos, visto que a diferenciação pelo serviço vem se tornando cada vez mais importante para adquirir vantagem competitiva (Tinoco e Ribeiro, 2007). Porém, ao se tratar de varejistas do comércio eletrônico, que lidam diretamente com o cliente final, o serviço prestado não é apenas fonte de vantagem competitiva, mas sim o meio principal de aquisição, fidelização e retenção de clientes, se tornando ainda mais importante. Para este mercado específico, um diferencial é percebido na melhoria dos processos, na redução dos custos e dos ciclos e no manuseio com a mercadoria, afetando diretamente na satisfação do consumidor final (Pereira e Pereira, 2020).

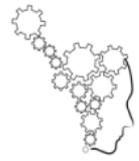
Segundo pesquisa da Insider Intelligence (Ceurvels, 2022), o comércio eletrônico brasileiro tem crescido exponencialmente, posicionando-se entre os dez países com maior expectativa de crescimento no e-commerce em todo o mundo, em 2022. Os dados da



ABCComm Forecast (ABCComm, 2022) também registram tal evolução, indicando crescimento de 18 bilhões no seu faturamento no mesmo ano.

A atuação da logística no e-commerce durante a pandemia é notada pelo cliente final em várias abordagens. Destacam-se os estudos de Guimaraes Junior et al. (2020), que utilizam a modelagem SERVPERF para processar dados de 249 consumidores; de Rachmawati et al. (2020), que se baseou em pesquisas descritivas com 546 usuários da plataforma Shopee para analisar o impacto da qualidade do serviço logístico na satisfação e fidelização do cliente; de Vasić et al. (2021), que processaram 425 registros de clientes do comércio eletrônico baseando-se nos modelos Confirmatory Factor Analysis (CFA) e Partial Least Squares method (PLS), ressaltando, após as análises, que a satisfação do cliente 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 do comércio eletrônico. Como exemplo, resgatam-se o trabalho de Gajewska et al. (2020) que, apesar de recente, ainda não incorporava as influências da pandemia, pois foca nos critérios de qualidade dos serviços de e-commerce, principalmente em certa hierarquia de importância com avaliação pelo método Servqual; de 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; de Lin et al. (2016), que abordam os fatores de qualidade que influenciam a satisfação do cliente por três vieses: o do provedor logístico, do varejista e do cliente; de Davidavičienė & Meidutė (2011), onde 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; de 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; de Ballou (1992, p.5), que 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.



Neste contexto, esse artigo tem como objetivo principal apresentar o modelo matemático que permite calcular o Índice da Qualidade da Logística do E-Commerce (IQLE), comparando-se os seus resultados após o processamento dos dados em duas rodadas (2021 e 2023), que refletem a percepção sobre a satisfação de clientes finais quanto aos serviços de entrega de compras efetuadas pela internet.

Pelo uso de modelo matemático é possível agregar variáveis qualitativas e quantitativas em um mesmo domínio, lineares e não lineares em uma mesma estrutura topológica. No tocante a análise de percepções, que são valores que expressam certas imprecisões e incertezas, ele permite transformá-las em valores reais, mais próximos da condição analítica de seres humanos e de seus processos decisórios.

Por intermédio da análise dos resultados comparados busca-se identificar diferentes perfis de clientes e de suas encomendas on-line, analisando-os comparativamente. Entende-se que a identificação desses perfis é fundamental para garantir a sustentabilidade do negócio em médio e longo prazos, permitindo-se assim, melhor retenção e fidelização.

## 2 FUNDAMENTOS DA TEORIA FUZZY

A Teoria Fuzzy ou Lógica Nebulosa (Bittencourt, 2001; Lopes et al., 2014) iniciou sua disseminação por intermédio da publicação de Lofti A. Zadeh na revista *Information and Control* de 1962 (V.8, p. 338 a 353). (Tanaka, 1997)

Por ela distingue-se que para certo universo de discurso por onde se desenvolve um conjunto clássico (*crisp*), a identificação de pertencimento de seus membros é estabelecida por valores binários  $\{0,1\}$ , que apesar de bem estabelecida é considerada com variação brusca. Para o mesmo universo, um certo conjunto Fuzzy tem os elementos definidos em uma fronteira de subjetividade, indicando o grau de participação por infinitos valores (Ross, 1999).

Dessa forma, certo conjunto Fuzzy  $F$  é composto por elementos que possuem graus de pertinência ( $\mu$ ) no intervalo  $[0,1]$ , que quando mapeados por uma função de pertinência em certo universo de discurso  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_i\}$ , podem ser representados, segundo Tanaka (1997), na forma discreta, quando o universo for finito (1), ou contínua (2), para



um universo infinito. Nesta segunda forma, denominada Integral-Fuzzy, deve-se destacar que o símbolo “ $\int$ ” é usado para representar a operação de união lógica e, portanto, não representa operador de integração no senso do uso comum (Sucena et al., 2021).

$$F = \mu_F(x_1)/X + \mu_F(x_2)/X + \dots + \sum_{i=1}^n \mu_F(x_i) / X \quad 1)$$

$$F = \int_x \mu_F(x_i) / X \quad 2)$$

Considerando-se dois conjuntos Fuzzy A e B, eles podem ser processados por União  $A \cup B$  (3) e a Interseção  $A \cap B$  (4), resultando em um terceiro conjunto Fuzzy C. A pertinência do conjunto Fuzzy C resultante da união é obtida pela expressão (5); e para interseção utiliza-se (6). (Tanaka, 1997)

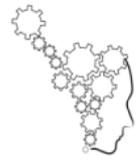
$$\mu_C(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) \text{ OU } \mu_B(x) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) \quad 5)$$

$$\mu_C(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) \text{ E } \mu_B(x) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) \quad 6)$$

Shaw et al. (1999) citam que as funções de pertinências podem ser desenvolvidas baseando-se na experiência do analista e/ou no processo analisado, devendo ter entre 2 e 7 funções, pois quanto maior a quantidade delas, melhor a precisão do resultado, mas, em contrapartida, aumenta a demanda computacional e a dificuldade de interpretação pelo analista que está desenvolvendo a modelagem.

Uma variável linguística em um conjunto Fuzzy qualquer é um rótulo para um atributo dos elementos. Ela é usada para representar a imprecisão de um conceito ou variável, e é composta por termos linguísticos que se apresentam como valores qualitativos. Para se quantificar os rótulos linguísticos estabelecem-se os números Fuzzy, que é uma representação algébrica de um subconjunto Fuzzy. Os formatos mais usados são os triangulares e trapezoidais (Figura 1). (Sucena et al., 2021)





$$\text{Subtração: } N_1 \ominus N_2 = \{a_{11} \cdot a_{24}, a_{12} \cdot a_{23}, a_{13} \cdot a_{22}, a_{14} \cdot a_{21}\} \quad (8)$$

$$\text{Produto: } N_1 \otimes N_2 = \{a_{11} \cdot a_{21}, a_{12} \cdot a_{22}, a_{13} \cdot a_{23}, a_{14} \cdot a_{24}\} \quad (9)$$

$$\text{Divisão: } N_1 \oslash N_2 = \{a_{11}/a_{24}, a_{12}/a_{23}, a_{13}/a_{22}, a_{14}/a_{21}\} \quad (10)$$

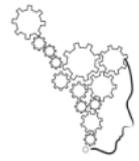
$$\text{Produto de um escalar } n: n \cdot N_1 = \{n \cdot a_{11}, n \cdot a_{12}, n \cdot a_{13}, n \cdot a_{14}\} \quad (11)$$

$$\text{Divisão por um escalar } n: N_1/n = \{a_{11}/n, a_{12}/n, a_{13}/n, a_{14}/n\} \quad (12)$$

Outra forma de se tratar sentenças subjetivas é pelo uso da Lógica Fuzzy, que tem como inferência entre os conjuntos Fuzzy a forma *if-then*, que resulta em um vetor linguístico  $\tilde{A}$  do tipo  $\{\frac{\mu(x)_1}{RL_1} + \frac{\mu(x)_2}{RL_2} + \frac{\mu(x)_3}{RL_3}\}$ , exemplificado neste caso por três funções de pertinência com seus rótulos linguísticos (RL) 1 a 3 e os seus respectivos graus de pertinência ativados  $\mu(x)_1$  a  $\mu(x)_3$ . Este vetor representa a distribuição de possibilidades de uma condição específica, analisada em um conjunto Fuzzy determinado. (Oliveira Jr., 1999; Ross, 1999)

Após o processamento dos dados no ambiente Fuzzy usando-se (7) a (12), é necessário retornar-se para o domínio *crisp*, isto é, expressando-o por  $\mathfrak{R}$ , permitindo-se analisar os resultados pela ótica do mundo real. Para isso necessita-se Fuzzyficar o resultado representado por um número Fuzzy que, segundo Shaw et al. (1999), depende da escolha do método diante do contexto da decisão. Eles complementam ainda que 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 9 adiante registra este método tendo como exemplo um certo número Fuzzy trapezoidal ( $a_1, a_2, a_3, a_4$ ).

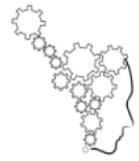
$$Saída_i = \frac{a_1 + 2a_2 + 2a_3 + a_4}{6} \quad (13)$$



### 3 MÉTODO

Com base em Prodanov (2013), que divide a visão metodológica de trabalhos científicos quanto à sua natureza, os objetivos, os procedimentos técnicos e a abordagem do problema, pretende-se qualificar esse artigo como:

- a) Quanto à natureza desse artigo, se classifica como pesquisa aplicada. Ele se fundamenta em modelo matemático que processa dados coletados em duas rodadas, que refletem as percepções dos consumidores finais sobre a qualidade da logística nas compras *on-line*;
- b) Quanto aos objetivos, trata-se de pesquisa descritiva, pois busca registrar e descrever a percepção dos consumidores finais sobre a qualidade do serviço de entregas, sem intervir neles. Isto é, busca-se registrar, analisar e ordenar dados obtidos por intermédio da enquete, gerando informações que apoiem processos decisórios de entes públicos e privados;
- c) Como procedimento técnico, foi utilizada para a coleta de dados o levantamento tipo *survey*, que consiste em interrogação direta ao grupo a ser estudado por meio de um questionário distribuído virtualmente. Para processamento dos dados coletados, para a geração do IQLE e de índices parciais que os compõe, utiliza-se preceitos da Álgebra de Números Fuzzy, que permitem expressar as imprecisões e incertezas, características das percepções humanas, por números reais. Para as análises do perfil dos clientes finais e das encomendas utiliza-se a estatística descritiva, que objetiva obter medidas de tendência central e de dispersão para se gerarem informações manejáveis para relacioná-las com fatos. Para se comparar o desempenho do modelo matemático desenvolve-se um segundo estudo de caso, baseado nos dados coletados na segunda rodada, que aconteceu em julho de 2023. Tais dados são avaliados de forma comparativa com a primeira rodada, ocorrida em outubro de 2021, para entender a amplitude e detalhamento do fenômeno, melhorando a



assertividade nas análises das razões que levam alguns grupos de consumidores finais, por exemplo, se sentirem insatisfeitos com os serviços de entrega.

- d) Para a forma da abordagem do problema, utilizam-se técnicas de análise da pesquisa quantitativa e qualitativa. A quantitativa busca traduzir as percepções de satisfação dos respondentes do *survey* em números reais para melhor interpretá-los; quanto à análise qualitativa, baseando-se nos dados obtidos pelo modelo matemático, pela análise estatística e pela comparação dos resultados das rodadas é possível inferir sobre as relações de causa e efeito, isto é, pelas percepções identificadas se identificarem possíveis causas.

Desse modo, para se atingirem os objetivos deste artigo, iniciar-se-á pela definição de atributos importantes para análise da qualidade da logística e de atendimento ao cliente, que são a base para interpretação dos dados coletados futuramente. Tais atributos usados são baseados na missão da logística caracterizada por Ballou (1993), onde ele definiu sete fatores para sucesso:

1. Entregar o produto correto: garantir que o produto enviado seja exatamente o solicitado pelo cliente, evitando erros e conseqüentemente insatisfações;
2. Entregar no endereço correto: precisão na entrega para assegurar que o produto chegue ao endereço indicado pelo cliente, fundamental para sua satisfação e para evitar inconvenientes futuros;
3. Oferecer preço atraente: tanto o preço do produto quanto o do frete devem ser atraentes para os consumidores finais. Oferecer preços adequados em relação ao mercado é um fator importante para manter-se competitivo;
4. Produto com a qualidade esperada: assegurar que o produto recebido atenda as especificações apresentadas na plataforma de vendas, e atenda as expectativas de qualidade do cliente;
5. Cumprimento dos prazos de entrega: a confiança do cliente é fortalecida quando a empresa é capaz de entregar os produtos dentro do prazo prometido;
6. Quantidade encomendada correta: garantir que a quantidade de produtos enviados corresponda exatamente àquela solicitada pelo cliente;



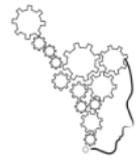
7. Entrega ao destinatário (cliente) correto: a entrega bem-sucedida é aquela em que o produto chega ao destinatário correto, ou seja, aquele identificado para receber a compra.

Após a definição dos pontos a serem analisados, estrutura-se o questionário virtual, que é dividido em quatro partes, a saber: as características dos respondentes (gênero, faixa etária, formação, renda familiar), o perfil das encomendas (cidade de destino, frequência de solicitações, quantidade média de produtos, valor médio do frete, empresa com maior efetivação de compras), a percepção da logística (produto certo, destino assertado, preço atraente, qualidade esperada para o produto, prazo de entrega, quantidade contratada, destinatário correto), o nível de serviço que corresponde ao atendimento durante e após a finalização do ciclo do pedido (pendências, rastreabilidade, contato com entregador).

Os questionamentos fechados são direcionados em pesquisa *ex-post-facto*, pois a coleta de dados é efetuada após a vivência cotidiana do cliente final. Cada pergunta é respondida baseando-se na escala Likert com cinco opções qualitativas para registrar a percepção sobre cada quesito. Na sequência, procede-se à triagem inicial usando-se Microsoft Excel para identificar dados inconsistentes e realizando depuração visual. Vale destacar ainda que tal coleta de dados, por ser aberta a qualquer público e localidade, não pretende obter representatividade estatística, ou seja, é considerada não probabilística, também referenciada como enquete (Groppo e Martins, 2007), que é usada, apenas, para exemplificar e testar o modelo matemático, gerando resultados indicativos, não representativos de uma população. Ressalta-se também que não se pretende apresentar neste artigo o layout do questionário, por questões de limitações de páginas e relevância para atingimento dos objetivos propostos.

Esse modelo matemático que processa os dados resultantes segue abordagem hipotético-dedutiva, pois é possível identificar conhecimentos adicionais aos dados quanto à logística do *e-commerce*. Portanto, geram-se índices parciais, que são:

- Quanto aos sete itens que representam a missão da logística, tal como caracterizados por Ballou (1993). Agregando-os por intermédio do modelo matemático forma-se o índice que representa a qualidade do serviço de entrega (QL). Este valor  $\mathfrak{R}$  resultante é expresso entre zero e dez, sendo zero a pior condição.



- As variáveis correspondentes ao nível do serviço de atendimento ao cliente são determinadas pelas perguntas que estão relacionadas às pendências com a empresa, se ocorreu o atendimento adequado, se a empresa vendedora permite rastrear a compra efetuada e a postura do entregador da encomenda. As respostas no *survey* seguem o mesmo formato das que compõem o QL e, quando agregadas pelo modelo matemático, representam a qualidade do serviço de atendimento ao cliente (QA). O valor que expressa QA tem a mesma característica do de QL.

A união matemática preconizada pelo modelo matemático agrega QA e QL gerando o IQLE, que também corresponde à um valor  $\mathfrak{R}$  entre 0 e 10, onde 0 é a pior qualidade percebida.

Cada pergunta do questionário forma um atributo para o modelo matemático, considerados as variáveis de entrada, que são convertidas para o formato de variável *Fuzzy*. São definidas as funções de pertinência associadas a cada rótulo linguístico (resposta qualitativa na escala Likert), mapeadas em certo universo de discurso. A modelagem das variáveis de entrada segue então os preceitos das *Integrais-Fuzzy*, pela representação de funções contínuas no universo de discurso definido. Após a agregação usando aritmética para números *Fuzzy*, obtêm-se os resultados das variáveis de saída, os índices parciais e o próprio IQLE, que são defuzzyficados, transformando os resultados em informações utilizáveis no processo decisório no mundo real (*crisp*).

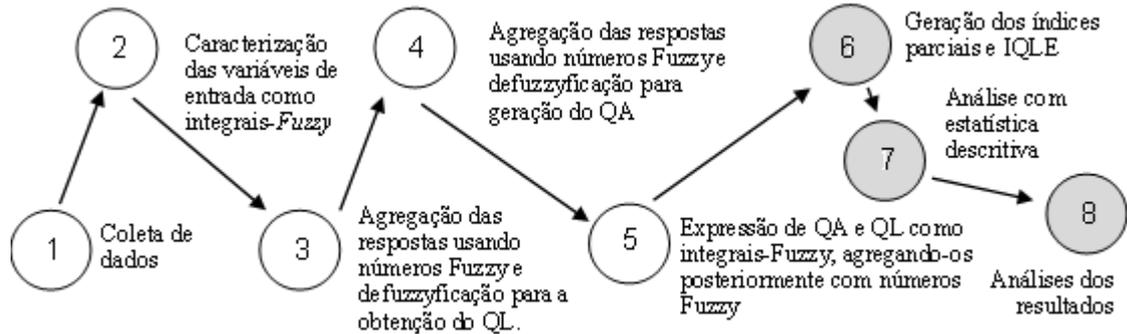
Em seguida, utilizando os dados depurados, aplicam-se as técnicas da estatística descritiva, utilizando-se o software R, com complemento do Rstudio na versão 2023, buscando-se compreender o perfil geral dos respondentes, abrangendo aspectos como o serviço de entrega e a percepção geral dos respondentes no final do ciclo do pedido. Além disso, são conduzidas análises segmentadas relacionadas às duas empresas (*marketplaces*) mais mencionadas, destacando-se tanto as percepções mais positivas quanto as mais negativas em relação à logística e ao atendimento, com o intuito de compreender sua influência na satisfação geral do cliente.

Com base nos resultados dessas análises, realiza-se um cruzamento com os valores do IQLE e seus índices parciais da primeira rodada, procurando-se entender as relações entre os efeitos e as causas identificadas pela ampliação do cenário de 2021 até 2023.



De forma resumida, o procedimento metodológico é detalhado na Figura 2, destacando-se os três últimos passos associados ao estudo de caso na segunda rodada para coleta de dados.

FIGURA 2 – RESUMO DA SEQUÊNCIAS DE PASSOS DA METODOLOGIA



FONTE: própria (2023)

#### 4. MODELAGEM SUSTENTADA NA TEORIA FUZZY

Para se iniciar o processamento das variáveis de entrada pelo modelo matemático, permitindo-se gerar o IQLE, bem como QL e QA é necessária a criação de variáveis Fuzzy que permitem processar as respostas qualitativas do *survey*.

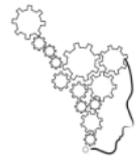
Em ressonância com as respostas estruturadas na escala Likert, qualificam-se cinco funções de pertinência identificadas por termos linguísticos “extremamente insatisfeito”, “insatisfeito”, “neutro”, “satisfeito” e “extremamente satisfeito”, chegando-se as respectivas integrais-Fuzzy, desenvolvidas conforme (2), redundando em (14) a (18), para certo universo de discurso  $X \Rightarrow [0,10]$ , em que 0 é a pior condição, ou seja, rótulo “extremamente insatisfeito”.

$$\mu(x)_{\text{extremamente insatisfeito (EI)}} = \int_{0 \rightarrow 1}^{1 \rightarrow 0} -x + 1 / X \quad (14)$$

$$\mu(x)_{\text{insatisfeito (IN)}} = \int_{0 \rightarrow 0}^{2 \rightarrow 1} \frac{x}{2} / X + \int_{2 \rightarrow 1}^{3 \rightarrow 1} 1 / X + \int_{3 \rightarrow 1}^{5 \rightarrow 0} \frac{-x + 5}{2} / X \quad (15)$$

$$\mu(x)_{\text{neutro (NE)}} = \int_{4 \rightarrow 0}^{5 \rightarrow 1} x - 4 / X + \int_{5 \rightarrow 1}^{6 \rightarrow 0} -x + 6 / X \quad (16)$$

$$\mu(x)_{\text{satisfeito (SA)}} = \int_{5 \rightarrow 0}^{7 \rightarrow 1} \frac{x - 5}{2} / X + \int_{7 \rightarrow 1}^{8 \rightarrow 1} 1 / X + \int_{8 \rightarrow 1}^{10 \rightarrow 0} \frac{-x + 10}{2} / X \quad (17)$$



$$\mu(x)_{\text{extremamente satisfeito (ES)}} = \int_{9 \rightarrow 0}^{10 \rightarrow 1} x - 9/X \quad (18)$$

As respostas de cada questão do questionário passam por processo de agregação das integrais-Fuzzy utilizando operações aritméticas trapezoidais conforme (7) a (12), gerando-se 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 (1999), segundo (19).

$$\tilde{A} = \left\{ \frac{\mu(x)_{EI}}{EI} + \frac{\mu(x)_{IN}}{IN} + \frac{\mu(x)_{NE}}{NE} + \frac{\mu(x)_{SA}}{SA} + \frac{\mu(x)_{ES}}{ES} \right\} \quad (19)$$

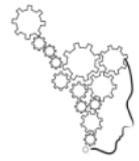
Em seguida, usando-se a expressão 5, efetua-se a união dos conjuntos Fuzzy representados por cada função de pertinência “extremamente insatisfeito”, “insatisfeito”, “neutro”, “satisfeito” e “extremamente satisfeito”. Por esse resultado é possível passar do domínio Fuzzy para o Crisp com a aplicação de (13). Esse resultado caracteriza um valor parcial para cada variável, que comporão QL e QA, e redundam no IQLE, que representa o consenso sobre a percepção dos clientes finais, também no universo de discurso [0,10].

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 RESULTADOS DE 2021 E 2023

A partir da enquete da segunda rodada (2023) foram obtidas 248 respostas no total, destas, 54% se identificaram como gênero masculino e 46% como feminino, com distribuição equilibrada. A maioria dos respondentes estão na faixa entre 18 e 30 anos ou com mais de 60 anos, corroborando com o aumento denotado por IBGE (2021) para esta última faixa que estão acessando o mundo virtual. A maioria dos respondentes tem o maior grau de formação como nível superior ou graduação (41%), e com renda familiar mensal alta, superior a 10 salários-mínimos (50%).

Quanto ao perfil das encomendas, sua frequência máxima é de ao menos uma vez por mês, podendo ocorrer mais de duas vezes por mês. Em maioria, são pedidos apenas um



produto e, em média, 2 produtos. Há preferência pelo frete grátis, com a segunda maior preferência de “até no máximo 20 reais”. Os *marketplaces* mais utilizados foram Mercado Livre e Amazon, com 39% e 28% respectivamente.

Em 2021 a distribuição dos gêneros mais citados também se apresentou equilibrada, entretanto, com inversão no predomínio (masculino – 44%; feminino – 56%). A faixa etária dentre os respondentes apresentou-se equilibrada, mas com predomínio nos intervalos de 31 até 40 anos (23%) e 41 até 50 anos (20%). O maior predomínio entre os respondentes ainda é com nível superior ou graduação (36%) e, na primeira rodada, não se questionou quanto à renda familiar.

O perfil das encomendas efetuadas pelos respondentes é a mesma de 2023, com 79% solicitando um ou dois produtos por pedido, com frete grátis (40%) ou até 20 reais (33%). Os *marketplaces* mais citados foram os Correios, com 46%, e o Mercado Livre com 27%.

Após o processamento dos dados da segunda rodada usando o modelo matemático, obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 1. Além deles, expõem-se também os resultados da primeira rodada dos índices parciais e do IQLE, denotando-se a variação entre a primeira e a segunda rodadas ( $\Delta_{2021-2023}$ ).

TABELA 1 – RESULTADOS DO IQLE – TODAS AS RODADAS

ATRIBUTOS	RESULTADOS		
	021	023	$\Delta$ 2021-2023
Produto certo	,8	,4	+ 38,2%
Quantidade certa	,3	,5	+ 50,8%
Tempo certo	,2	,2	+ 27,8%
Condição certa	,3	,2	+ 90,7%
Cliente certo	,3	,2	+ 90,7%
Lugar certo	,2	,3	+ 121,4%
Preço certo	,8	,9	+ 134,2%
QL			+



	,7	,8	54,4%
Tratamento de falhas	,8	,5	56,3%
Rastreamento	,4	,2	28,1%
Atendimento	,9	,8	49,2%
QA	,9	,1	37,3%
<b>IQLE</b>	,3	,3	56,6%

FONTES: PRÓPRIA (2024)

Ao final da enquete questionou-se o respondente sobre a sua satisfação em geral com o processo completo, utilizando-se as opções “extremamente satisfeito”, “satisfeito”, “neutro”, “insatisfeito” e “extremamente insatisfeito”, chegando aos resultados explicitados na Tabela 2.

TABELA 2 – RESULTADOS DA SATISFAÇÃO GERAL – TODAS AS RODADAS

OPÇÕES	RESULTADOS		
	021	023	$\Delta$ 2021-2023
Extremamente satisfeito	%	9%	333,3%
Satisfeito	9%	6%	5,1%
Neutro	1%	%	80,9%
Insatisfeito	%	,6%	93,3%
Extremamente insatisfeito	%	,4%	80,0%

FONTES: PRÓPRIA (2024)

De forma complementar aos resultados anteriores, desenvolveu-se a análise de seis cenários ( $H_1$  até  $H_6$ ) sustentado nos dados da segunda rodada, para se tentar identificar os motivos das discrepâncias entre os resultados das rodadas, baseando-se nas seguintes suposições:

- $H_1$  - A idade influencia na satisfação geral: a faixa etária com satisfação mais alta é a de 18 até 30 anos, enquanto a faixa etária de mais de 60 anos possui média mais baixa, o que pode sugerir que a idade é um fator que influencia na satisfação diante



dos serviços logísticos. Porém, é importante ressaltar que há pequena variação entre as satisfações das faixas etárias. Para estas faixas etárias concluiu-se que são estatisticamente significantes, quando se considera sua influência sobre a satisfação geral, possuindo um valor-p menor que 0,05, que é o grau de confiança padrão utilizado em testes estatísticos. Nota-se também que a média de satisfação dos respondentes na faixa etária de 18 a 30 anos é alta, sendo este valor estatisticamente significativo (valor-p<0,05). A satisfação dos respondentes na faixa etária de mais de 60 anos possui em média 0,29 pontos a menos do que aqueles com faixa etária de 18 a 30 anos, sendo também estatisticamente significativa (valor-p<0,05). Desse modo, pode-se aceitar a Hipótese Nula de que a idade influencia na satisfação geral dos serviços logísticos;

- H<sub>2</sub> - O gênero influencia na satisfação geral: a distribuição de gênero é entre os respondentes é equilibrada, com médias de satisfação geral muito similar, com apenas 0,04 pontos percentuais de diferença. A distribuição interquartil também é idêntica, o que nos dá indícios de que o gênero é uma variável que não exerce influência sobre a satisfação geral em relação aos serviços de entrega;

- H<sub>3</sub> - A frequência de compras influencia na satisfação geral: a partir da análise de regressão obteve-se que todos os p-valores para as variáveis em questão são muito elevados, o que corrobora para rejeitar a Hipótese Nula, concluindo que, para esta base de dados, a frequência de compras *on-line* não afeta de forma significativa o grau de satisfação dos clientes.

- H<sub>4</sub> - A quantidade de produtos encomendados influencia na satisfação geral: similarmente ao que ocorre com a frequência de compras, as médias de satisfação relativas a cada frequência de compra apresentam variância praticamente nula. A partir da análise de regressão, os valores-p dos coeficientes estimados foram bastante elevados, ultrapassando o nível de confiança de 0,05, o que refuta a Hipótese Nula de que a quantidade de produtos encomendados influencia na satisfação geral. Então, há indícios que as quantidades específicas de produtos comprados não estão estatisticamente associadas à satisfação.

- H<sub>5</sub> - O valor do frete influencia na satisfação geral: a partir da análise de regressão obteve-se valores-p muito elevados, ultrapassando o nível de confiança de 0,05. Dessa forma, pode-se inferir que o preço do frete é uma variável estatisticamente insignificante, contribuindo para a rejeição da Hipótese Nula. Entretanto, o valor-p de



“frete grátis” se encontra muito próximo do grau de confiança (0,058), sugerindo que o frete grátis pode vir a se tornar significativo em amostras maiores ou mais diversas.

- $H_6$  - O rastreamento da encomenda influencia na satisfação geral: o item rastreamento refere-se à frequência com que as empresas varejistas disponibilizam ferramentas para o acompanhamento do deslocamento das encomendas até o destino final. Percebe-se que conforme a disponibilização do rastreamento é menos frequente, a satisfação média é menor, desse modo há de se acreditar que existe uma influência entre a disponibilização do rastreamento do pedido e a satisfação do cliente, aceitando-se a Hipótese Nula. As maiores frequências receberam valores-p inferiores ao grau de confiança, o que indica relevância estatística de influência. Ao ofertar o rastreamento dos produtos todas as vezes, a satisfação tende a aumentar 0,57 pontos.

## 5.2 ANÁLISES

Inicialmente, cabe destacar os cenários das duas primeiras rodadas: em 2021, devido à pandemia do COVID-19, ocorreu aumento repentino de demanda pelo *e-commerce*, deixando alguns *marketplaces* em condições inadequadas de atendimento. A empresa Correios, que participa como operador logístico para entregas nas maiores *marketplaces*, também passava por dificuldades, devido ao aumento da demanda e a redução da capacidade de efetuar entregas; no transcorrer de 2023, passado o momento mais crônico da disseminação do coronavírus, as principais empresas que participam do comércio eletrônico implantaram inúmeras modificações em processo operacionais e de relacionamento com os clientes finais, o que gerou redução das dificuldades logísticas caracterizadas na rodada anterior para coleta de dados.

Diante disso, consegue-se ratificar as melhoras significativas nas percepções dos clientes, sejam nos aspectos logísticos (QL) ou em práticas ligadas ao B2C - *business to consumer* (QA), além do IQLE. Por isso, cabem destacar alguns resultados expressivos:

- a. Dos 7Rs que representam a função logística, quatro índices parciais registraram melhora na percepção do cliente acima de 90%;
- b. O índice que se refere ao “tempo certo” foi o que apresentou menor margem de melhoria na percepção do consumidor. Entretanto, na primeira



www.relainep.ufpr.br



rodada de 2021 foi o índice com melhor qualificação, ou seja, deixando maior margem para melhoria. Ainda assim é um aperfeiçoamento destacado;

c. Em contraposição ao item b, vale registrar o pior índice parcial de 2021: “preço certo”, que caracterizou o maior aperfeiçoamento na percepção do cliente, elevando-o ao patamar similar aos outros Rs que apresentam valores superiores à nota 8,0;

d. Para o atendimento ao cliente, também ocorreu ascensão significativa nos três índices parciais, contudo, com amplitudes inferiores aos índices parciais que compõem o QL;

e. Diante dessas destacadas melhorias nas percepções dos consumidores que utilizam o comércio eletrônico para os seus processos de compra, o IQLE apresentou mais de 50% de melhoria, indicando a manutenção da qualidade dos processos implementados, mas apontando que ainda existe margem para evolução no processo de gestão, o que implica em melhor atendimento ao cliente.

A satisfação geral também denotou expressivo aumento no valor “extremamente satisfeito”, com mais de 300% de avanço entre 2021 e 2023, mas ainda apresentando enorme margem de melhora, pois quase 60% dos respondentes ainda não estão extremamente satisfeitos. Nesse mesmo viés, registra-se também a pequena queda na opção “satisfeito” na satisfação geral, podendo exprimir uma migração para o item de melhoria superior, bem como pela diminuição de mais de 80% nos dois itens negativos (“insatisfeito” e “extremamente insatisfeito”).

Justamente pelas significativas alterações nos resultados oriundos do processamento dos dados pelo modelo matemático do IQLE, desenvolveu-se a análise estatística de seis cenários que conectam os perfis dos respondentes e das encomendas aos valores dos índices parciais, que poderiam explicar mais fortemente tais mudanças.

Dos seis testes efetuados, dois referem-se ao perfil do cliente (idade e gênero) e os outros quatro, relacionam-se às características das encomendas (frequência, quantidade, frete e existência de rastreamento). A satisfação geral é provavelmente afetada pela idade do cliente que usa a plataforma do marketplace para aquisição de produtos/serviços, além da existência do rastreamento nas referidas. Percebeu-se também que não há interferência



na satisfação do respondente a qual gênero se enquadra, a frequência de uso das plataformas e a quantidade de produtos solicitada. Como é possível também avaliar, o valor do frete é sempre um diferencial na percepção de satisfação, mas considerando o tamanho da amostra da enquete da segunda rodada, tal significância não é garantida estatisticamente.

## 6 CONCLUSÃO

Efetou-se a segunda rodada para coleta de dados para geração do IQLE e de seus índices parciais, além de se testar e validar o modelo matemático que geram tais resultados que refletem a percepção dos clientes sobre a qualidade da logística do *e-commerce*.

Para tanto utilizou-se o levantamento tipo *survey* sustentado em questionário distribuído virtualmente, buscando-se registrar, analisar e ordenar os dados obtidos, por intermédio da enquete.

Após o processamento dos dados da enquete pelo modelo matemático é possível gerar os índices que podem ser comparados entre duas rodadas (2021-2023), permitindo apoiar os processos decisórios.

É fato que qualquer levantamento de dados baseado em questionário submetido pela internet, que sustente um estudo de caso, deve atender a certos quesitos básicos. Entretanto, há consciência também que o uso de instrumentos eletrônicos desenvolvidos para difusão pela internet pode apresentar baixo controle do respondente ao preencher os dados, além de reduzido grau de precisão da resposta depositada. Por isso, reitera-se que os dados obtidos são não probabilísticos e, por isso, referenciado como enquete.

Apesar desse adendo, o levantamento em si baseando-se na enquete e o uso do modelo matemático fundamentado nos preceitos da teoria Fuzzy, bem como a comparação entre os resultados nos cenários, estão de acordo com os objetivos expostos no início desse artigo.

Além da exposição do modelo e de seus resultados, é possível perceber que com o processo pandêmico o comércio eletrônico recebeu atenção redobrada em estudos que permitissem incrementar a qualidade, principalmente com foco no atendimento ao cliente final, o que ratifica a preocupação e o interesse por esta abordagem.



www.relainep.ufpr.br



## REFERÊNCIAS

- ABCOMM-FORECAST. Evolução do E-commerce. Acesso: < <https://dados.abcomm.org/crescimento-do-ecommerce-brasileiro> >.
- ALMEIDA, L.N., MORÉ, J.D. e VILLELA, L.E. Avaliação Fuzzy Da Percepção De Empresários Do Apl De Moda Intima De Nova Friburgo Sobre O Desempenho Em Relação À Sustentabilidade Ambiental **XIII Simpósio De Administração Da Produção, Logística E Operações Internacionais–SIMPOI**, 2010.
- ALVES, C. S. et al. **A IMPORTÂNCIA DA LOGÍSTICA PARA O E-COMMERCE: O EXEMPLO DA AMAZON.COM**. Universidade de São Paulo, 2005.
- ALMEIDA, R. E. S; BRENDLE, V; SPINOLA, N. D. E-commerce: Evolução, processo de compra, e o desafio da entrega. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 16, n. 29, Salvador, 2014.
- BALLOU, R.H. **Business Logistics Management**. 3rd. ed., Prentice Hall, U.S.A, 1992.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- BITTENCOURT, G. **Inteligência Artificial** 2ed., Ed. UFSC: Florianópolis, 2001.
- BOENTE, A.N.P., MORÉ, J.D. e COSENZA, H.J.S.R. Avaliação Fuzzy da Qualidade de Produtos de Software numa Fundação Pública Estadual **VI Simpósio De Excelência Em Gestão E Tecnologia**, 2009.
- CEURVELS, Matteo. **Brazil Ecommerce by Category Forecast 2022**. Insider Intelligence, 2022.
- DAVIDAVIČIENĖ, V., & MEIDUTĖ, I. Quality of e-Logistics in e-Commerce: Consumer Perception **10th International Conference - Liberec Economic Forum**, 2011.
- GAJEWSKA, T., ZIMON, D., KACZOR, G., & MADZÍK, P. 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, 2020.
- GRANT, David B. **Gestão de Logística e Cadeia de Suprimentos**. 1 ed. Saraiva: São Paulo, 2013.
- GROPPO, Luís Antonio; MARTINS, Marcos Francisco. **Introdução à pesquisa em educação**. 2. ed. Piracicaba: Biscalchin Editor, 2007.
- GUIMARAES JUNIOR, D.S., DE SANT'ANNA, C.H.M., SOARES, E.J.O., DE MELO, F.J.C., & DE MEDEIROS, D.D. Measurement of logistics service quality of e-commerce. **International Journal of Logistics Systems and Management** 37(1), 2020.
- HUA, W. & JING, Z. 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), 2015.



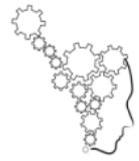
www.relainep.ufpr.br



- IBÁÑEZ, D.E.S. **Problemas De Valores De Contorno Envolvendo Teoria De Conjuntos Fuzzy** (Doutorado) Universidade Estadual De Campinas Instituto De Matemática, Estatística E Computação Científica – Campinas/Brasil, 2018.
- KUMAR, R.; DHIMAN, G. A Comparative Study of Fuzzy Optimization through Fuzzy Number. **International Journal of Modern Research** , [S. l.], v. 1, n. 1, p. 1–14, 2021. Disponível em: <http://ijmore.co.in/index.php/ijmore/article/view/1>. Acesso em: 24 oct., 2022.
- LIN, Y., LUO, J., CAI, S., MA, S. & RONG, K. Exploring the service quality in the e-commerce context: a triadic view. **Industrial Management & Data Systems**, 116(3), 388-415, 2016.
- LOPES, I.L., SANTOS, F.A.O., e PINHEIRO, C.A.M **Inteligência Artificial** 1ed. Elsevier:Rio de Janeiro, 2014.
- MONTEVECHI, J.A.B. e PINHO, A.F. De Incertezas Em Algoritmos De Programação De Operações. **Encontro Nacional De Engenharia De Produção – ENEGEP**, 1999.
- NOGUEIRA A. S. **Logística Empresarial - um guia prático de operações logísticas**. 2 ed. GEN | Atlas Editora Ltda: São Paulo, 2018.
- OLIVEIRA, Marcos Alberto. **Logística Aplicada ao E-commerce**. Editora Senac: São Paulo, 2023.
- PEREIRA, B. A. e PEREIRA, J. M. A Importância da Logística no E-Commerce. **XI Fateclog**. Os desafios da logística real no universo virtual: São Paulo. 2020.
- PIASECKI, Krzysztof, ROSZKOWSKA, Ewa; ŁYCZKOWSKA-HANČKOWIAK, Anna. Simple Additive Weighting Method Equipped with Fuzzy Ranking of Evaluated Alternatives **Symmetry** V11(4) 482 doi: <https://doi.org/10.3390/sym11040482>, 2019.
- PINHO, A. F. De, MONTEVECHI, J.A.B. e PAMPLONA, E. De O. Aplicação De Números Fuzzy Triangulares Em Análises De Investimentos Em Situações De Incerteza - Método Baseado Na Teoria Dos Jogos. **Encontro Nacional De Engenharia De Produção – ENEGEP**, 1997.
- RACHMAWATI, D.Z., & AGUS, A.A. E-Service and Logistics Service Quality in E-Commerce, Study Case: Shopee Indonesia **3rd International Conference on Computer and Informatics Engineering (IC2IE)** 218-223, 2020.
- ROSS, T. J. **Fuzzy Logic With Engineering Applications** Mcgraw-Hill:USA, 1999.
- SÁ, I. I. R. De, MORE, J.D., e FERNANDES, C.A. Um Enfoque Fuzzy Para Avaliação Das Ações Empresariais Segundo A Percepção Do Consumidor Área Gestão Social E Ambiental **IV Simpósio De Excelência Em Gestão E Tecnologia**, 2007.
- SHAW, I. S. e SIMÕES, M. G. **Controle E Modelagem Fuzzy** 1ªEd. Edgard Blucher-FAPESP: São Paulo, 1999.
- SILVA, M.B.Da. **Um Estudo Sobre Operações Aritméticas Com Números Fuzzy** (Mestrado) Universidade Federal De São Carlos -UFSCAR Centro De Ciências Exatas E Tecnologias Programa De Pós-Graduação Em Ensino De Ciências Exatas, São Carlos/Brasil, 2020.



www.relainep.ufpr.br



SUCENA, M.P. et al. Fuzzy-SAW e PDCA/MASP para Apoio Gerencial: Um Estudo de Caso. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v.9, n. 6, p. 85-103 dez. 2021. ISSN 2317-6792. doi: 10.5380/relainep.v9i16.82148.

TANAKA, K. **An Introduction To Fuzzy Logic For Practical Applications** New York/USA: Springer-Verlag, 1997.

TINOCO, M. A. C. e RIBEIRO, J. L. D. Uma nova abordagem para a modelagem das relações entre os determinantes da satisfação dos clientes de serviços. UFRGS. **Produção**, v. 17, n. 3. 2007.

VASIĆ, N., KILIBARDA, M., ANDREJIĆ, M., & JOVIĆ, S. Satisfaction is a function of users of logistics services in e-commerce **Technology Analysis & Strategic Management** 33(7) 813-828. (2021)

YANG, Y., HUMPHREYS, P., & MCIVOR, R. Business service quality in an e-commerce environment. **Supply Chain Management**, 11(3), 195-201. (2006)