

## AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇO LOGÍSTICO NAS ENTREGAS NA *LAST MILE* COM O FOCO NO PILAR AMBIENTAL DA SUSTENTABILIDADE

**Palavras-Chave:** Logística Urbana, Sustentabilidade, Eficiência, Última Milha, *E-commerce*.

**Autores:**

**Tomás Vasques Rollo, FECFAU – Unicamp**

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Janaina Antonino Pinto (orientadora), FECFAU - Unicamp**

**M<sup>ª</sup>. Patrícia Baldini de Medeiros Garcia (coorientadora), FECFAU - Unicamp**

### 1. INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana nas grandes cidades enfrenta desafios devido ao crescimento dos impactos gerados por sua dinâmica de funcionamento, como congestionamentos, acidentes de trânsito, poluição atmosférica e ruído. Esses impactos afetam a qualidade de vida da população e do meio ambiente. Diante deste cenário, a última milha das entregas de mercadorias se apresenta como um grande desafio na cadeia de suprimentos, exigindo uma abordagem eficiente e sustentável. Gevaers, *et al.* (2011) definem a *Last Mile Delivery* (LMD) como a etapa final de um serviço de entrega da empresa ao cliente - *bussines to consumer* (B2C) - em que o produto é entregue ao consumidor final, seja na casa do destinatário ou em um ponto de coleta. O gerenciamento da Logística de Última Milha vem ganhando importância na dinâmica dos centros urbanos devido ao crescimento do *e-commerce* nos últimos anos, com destaque ao período da pandemia da COVID-19 (Jilková, Krávolá, 2021). Apesar de o trecho envolver uma pequena extensão da viagem do produto, possui um custo operacional elevado devido à característica dos destinos espalhados e diluídos (Matinha *et al.*, 2023). Além de possuir a viabilidade econômica como um desafio, a *last mile* é tratada não apenas como a etapa cadeia de suprimentos mais dispendiosa, mas também como a mais poluidora (Gonzalez *et. al.*, 2023).

A conveniência de comprar bens de consumo em qualquer lugar e horário fornecida pelo ambiente virtual no *e-commerce* é um fator de satisfação para os clientes (Gonzalez *et al.*, 2023). Para suprir o crescimento dessa demanda exigente dos consumidores finais, é necessário buscar a eficiência no fluxo de mercadorias (Holguín-Veras *et al.*, 2020), garantindo um bom nível de serviço da logística que a etapa da última milha envolve. Assim, os gerenciadores da última milha precisam lidar com a minimização dos custos, atender à demanda do consumidor final mantendo um nível de serviço satisfatório e, ainda, adotar estratégias e práticas que promovam a sustentabilidade na etapa, reduzindo impactos ambientais, sociais e econômicos (Rodrigues *et al.*, 2015). Desse modo, o objetivo principal deste trabalho é analisar se o nível de serviço logístico das empresas, especialmente no contexto do *e-commerce* e das entregas da última milha, atende ao pilar ambiental da sustentabilidade. Os objetivos específicos incluem identificar fatores de satisfação dos clientes e sua influência na eficiência ambiental das entregas e analisar o crescimento das vendas por *e-commerce* nos períodos pré, durante e pós-pandemia. Os resultados fornecem uma visão acerca do desempenho logístico na última milha e um panorama das mudanças nas vendas por *e-commerce* nos últimos anos.

### 2. METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa é um estudo de caso aplicado à logística, que segue etapas de Branski *et al.* (2010), conforme apresentado na Figura 1. Durante a etapa da Revisão Bibliográfica foram realizadas pesquisas em *websites* de órgãos governamentais e empresas de consultoria logística e bases de dados (Periódicos CAPES, Web of Science, Scopus e SciELO Brasil). Esse processo permitiu a construção de um embasamento teórico com o foco na logística, sustentabilidade ambiental e eficiência da última milha e nos comportamentos dos consumidores do *e-commerce*. A sintetização do estudo da

literatura foi utilizada para a seleção dos indicadores de nível de serviço e sustentabilidade ambiental, fundamentais para a avaliação da eficiência das operações das empresas respondentes.

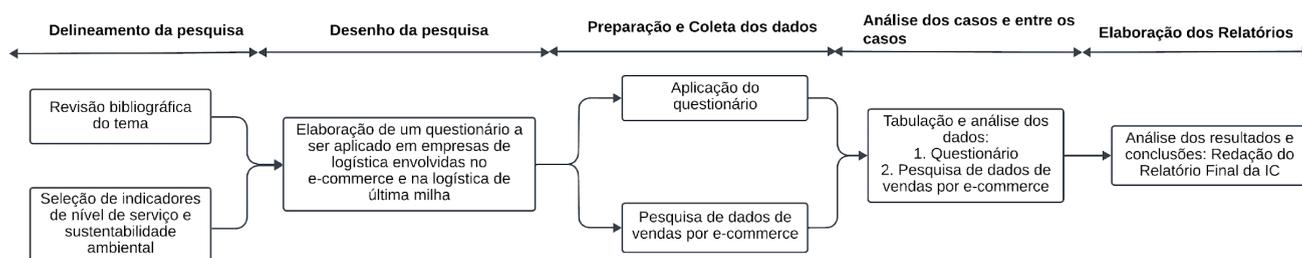


Figura 1 - Diagrama de fluxo das etapas da pesquisa.

O questionário foi elaborado utilizando as referências e os indicadores selecionados. Foi realizada a sua submissão na Plataforma Brasil, base de dados da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Conep), com a numeração 77397124.3.0000.8142 de Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE). Após análise do Comitê de Ética em Pesquisa nas Ciências Humanas e Sociais da Unicamp (CEP-CHS/Unicamp), o questionário obteve aprovação em 02/03/2024 sob o Parecer 6.681.010. Com a aprovação do CEP-CHS/Unicamp, iniciou-se a seleção e o contato com 20 representantes de empresas de logística envolvidas no e-commerce e na logística de última milha. Até o dia 30/06/2024 foram recebidas 5 respostas. Com base nessa amostra, foram realizadas análises parciais. A base de dados utilizada para a pesquisa de dados de vendas por *e-commerce* foi o Dashboard do Comércio Eletrônico Nacional (Brasil, 2023), ferramenta do Ministério de Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços que fornece informações sobre as transações de *e-commerce* do Brasil em reais, categorizadas pela Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) conforme o tipo de produto. Os dados abrangem o período de 2016 a 2022 e foram extraídos da Nota Fiscal Eletrônica da Receita Federal do Brasil. Como referência, para estudo do cenário pré-pandemia foram considerados os dados de 2018 e 2019, para pandemia, de 2020 e 2021 e, pós-pandemia, 2022 e 2023.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão apresentados em três subitens, englobando as seguintes partes: (i) seleção de indicadores de nível de serviço e sustentabilidade ambiental; (ii) análise do desempenho na última milha das empresas entrevistadas; e (iii) análise das vendas por *e-commerce*.

#### 3.1. Indicadores de nível de serviço e sustentabilidade ambiental

A Tabela 1 contém os indicadores de nível de serviço e sustentabilidade ambiental selecionados.

| Tabela 1: Indicadores de nível de serviço e sustentabilidade ambiental   |   |
|--|---|
| Indicador  | Autores   |
| <b>Roteirização:</b> utilização de sistema para planejamento e otimização das rotas  | Gonzalez <i>et al.</i> , 2023; Raj <i>et al.</i> , 2024                                   |
| <b>Tempo de entrega:</b> tempo entre a finalização do pedido e o recebimento   | Tiwapat <i>et al.</i> , 2018; Gastélum <i>et al.</i> , 2023                               |
| <b>Confiabilidade na entrega:</b> capacidade de cumprir a entrega no prazo   | Schoder <i>et al.</i> , 2016; Gastélum <i>et al.</i> , 2023;                              |
| <b>Flexibilidade de entrega:</b> disponibilidade de diferentes opções de recebimento das encomendas                              | Schoder <i>et al.</i> , 2016; Tiwapat <i>et al.</i> , 2018; Gonzalez <i>et al.</i> , 2023 |
| <b>Taxa de entrega bem-sucedida:</b> porcentagem de entregas sem fracasso na 1, evitando retrabalho.                             | Bopage <i>et al.</i> , 2019; Matinha <i>et al.</i> , 2023; Tiwapat <i>et al.</i> , 2018   |
| <b>Visibilidade da entrega:</b> acompanhamento que o cliente possui das etapas, como localização e notificações; rastreabilidade | Raj <i>et al.</i> , 2024  |
| <b>Taxa de devolução:</b> porcentagem de produtos devolvidos pelo cliente.   | Al Mashalah <i>et al.</i> , 2022; Schöder <i>et al.</i> , 2016                            |
| <b>Avaliação da satisfação do cliente:</b> <i>feedbacks</i> e reviews dos consumidores   | Bopage <i>et al.</i> , 2019   |
| <b>Tipos de combustíveis:</b> considera a fonte e a contribuição com emissões de GEEs e poluentes locais                         | Borsari, 2005; CETESB, 2024; EPE, 2018  |
| <b>Eficiência energética da frota:</b> eletrificação e implantação de veículos alternativos                                      | EPE, 2018; Muñoz-Villamizar <i>et al.</i> , 2019; Schoder <i>et al.</i> , 2016            |

**Modelos inovadores:** novas estratégias e modos de transporte mais eficientes  
**Emissão de gases do efeito estufa (GEEs):** monitoramento das emissões de GEEs do transporte de última milha  
**Compensação de emissões de gases do efeito estufa (GEEs):** iniciativas para compensação do dano ambiental causado pelo transporte de última milha

Al Mashalah *et al.*, 2022; Souza *et al.*, 2020  
GVces, 2009  
GVces, 2009

Fonte: Autores (2024).

### 3.2. Questionário de aplicação

Dentre as empresas respondentes, 80% relataram aumento nas entregas no período da pandemia em relação ao anterior (pré-pandemia), indicando a forte influência da pandemia da COVID-19 na atividade. No pós-pandemia em comparação com o período da pandemia, para 40% das empresas houve aumento, para 20%, as entregas se mantiveram e, para 40%, houve diminuição. Este resultado mostra a permanência e persistência do crescimento das vendas por *e-commerce* mesmo após a volta do comércio físico.

Sobre a roteirização das entregas, 60% das empresas entrevistadas não utilizam sistemas que realizam a tarefa. As restantes (40%) utilizam a roteirização estática, em que a rota é previamente definida e alterada exceto em condições imprevistas. A roteirização dinâmica, recomendada na literatura como eficaz para a otimização das rotas e redução dos impactos ambientais (Gonzalez *et al.*, 2023), não é utilizada por nenhuma empresa. As variáveis priorizadas pelas empresas que utilizam a roteirização são: quantidade de veículos disponíveis (40%), quantidade de motoristas disponíveis (20%), distância e tempo da rota (20%), condições de tráfego (20%) e áreas proibitivas para tipos de veículos (20%).

A respeito do prazo de entrega, as respostas indicam preferência dos clientes por entregas em até 24 horas (40%), de 1 a 2 dias úteis (40%) e de 3 a 5 dias úteis (20%), prazos curtos e que representam a exigente demanda dos clientes. A taxa média de entregas fora do prazo foi de 3,2%, refletindo em um bom nível de confiabilidade das empresas, que preza por evitar perdas econômicas, rotatividade de clientes e danos à reputação. Assim, o fornecimento e cumprimento dos menores tempos possíveis para a efetivação da entrega evidenciam o interesse das empresas em atender à satisfação dos clientes. A taxa de entregas bem-sucedidas na primeira tentativa variou de 90% a 97%, indicando alta eficiência e baixa necessidade de retrabalho, ponto positivo para a redução de emissões.

Em relação à flexibilidade, 40% das empresas oferecem escolha do período de entrega, e 20% oferecem como opções de entrega por data e horário ou apenas data. A rastreabilidade das encomendas é fornecida por 60% das empresas entrevistadas, sendo que 40% delas oferecem rastreabilidade completa e, 20%, parcial. Tanto a flexibilidade quanto a rastreabilidade obtiveram aderência considerável e são atributos que também estão relacionados à busca pelo atendimento da satisfação dos clientes. A disponibilização de um sistema para avaliação das entregas por parte dos clientes é fornecida por 80% das empresas entrevistadas e para nenhuma destas foi registrado piora na avaliação do serviço prestado, apenas igualdade ou melhora do nível. Serviços de Logística Reversa são oferecidos por 80% das empresas entrevistadas. Embora políticas facilitadas para devolução seja um dos principais fatores de satisfação para os consumidores de *e-commerce*, apresentam elevado custo ambiental e, assim, o percentual indica a priorização do atendimento às necessidades do cliente. Por outro lado, foram obtidas taxas de devolução e reembolso de até 2%, troca de mercadorias até 10% e reparo de mercadorias até 2%, percentuais baixos de necessidade dos serviços.

A maior parte das empresas utiliza energia não renovável, como a Gasolina (60%) e o Diesel S-10 (40%). O biocombustível Etanol é utilizado por 60% das empresas, ponto positivo por conta de sua qualidade ambiental, proveniente de fonte renovável e com menor contribuição para as emissões de GEEs (Borsari, 2005). Nenhuma das empresas utiliza veículos alternativos em suas frotas, evidenciando uma lenta transição para a eletromobilidade na última milha. Observa-se que foram considerados veículos alternativos, Veículos-Híbridos (Full Hybrid Electric Vehicles - FHEVs) e Veículos Elétricos (Electric Vehicle - EVs). Bicicleta elétrica e triciclo elétrico foram considerados modelos inovadores, conforme revisão da bibliografia, e não entram na análise de veículos alternativos. Em relação à adoção de modelos inovadores na última milha, incluindo estratégias e modos de transporte, 60% das empresas entrevistadas já implementaram pelo menos uma solução na logística de última milha. As soluções apontadas foram: PickUp and Drop-Off points (Pontos de entrega/coleta) (40%), Entrega na mala do

carro (40%), Parcel Lockers (armários para encomendas) (20%), Bicicleta elétrica/Triciclo elétrico (20%) e Crowdsourcing (20%). O investimento nessas soluções varia de 3% a 10% em relação ao orçamento total e, embora represente um valor baixo, a introdução desses modos e estratégias de entrega já é um avanço. As principais barreiras apontadas que dificultam a implantação foram: limitação de dimensão e peso das mercadorias (60%), disponibilidade de horário (40%), falta de infraestrutura urbana (20%), custo de investimento (20%) e segurança (20%).

Apenas 20% das empresas pesquisadas realizam acompanhamento anual das emissões de GEEs iniciado em 2021 e, além disso, nenhuma das empresas entrevistadas faz compensação das emissões. A ausência de participação no processo de monitoramento e compensação de emissões é problemática pois representa a falta de engajamento e preocupação com os impactos gerados pela atividade.

### 3.3. Pesquisa de dados de vendas por e-commerce

A análise do Dashboard do Comércio Eletrônico Nacional (Brasil, 2023) foi realizada em dois cenários diferentes: o primeiro, considerando apenas as transações do Estado de São Paulo; e o segundo, com as transações de todo o Brasil. A análise do percentual de crescimento das vendas entre os anos de 2016 a 2022 (Tabela 2) evidencia o crescimento das vendas por comércio eletrônico nos últimos anos, com destaque ao impacto ocasionado pela pandemia de COVID-19, representado pelos percentuais dos anos de 2020 e 2021, e à permanência e persistência do crescimento no pós-pandemia, representada pelos percentuais do ano de 2022. Essa análise considerou inicialmente tanto o comércio dentro do estado quanto o interestadual e, posteriormente, foi analisado o percentual de crescimento apenas do comércio dentro do estado. Esta análise específica foi utilizada para representar de maneira mais fiel o crescimento da Logística de Última Milha, foco desta pesquisa. Sob este ponto de vista, uma outra análise importante foi a comparação entre o crescimento das vendas dentro do estado em relação às vendas interestaduais através do cálculo da diferença entre estes percentuais (%DE – %IE) (Tabela 3). O destaque são os percentuais do ano de 2020, período de instalação da pandemia e das restrições e medidas de isolamento social implementadas pelos governos, que trouxeram a necessidade da solução do problema de abastecimento de produtos e bens de consumo.

**Tabela 2: Análise do percentual de crescimento das vendas em relação ao ano anterior - Comércio Dentro do Estado (DE) e Interestadual (IE) de 2016 a 2022**

| Cenário   | Crescimento (%) | 2017  | 2018   | 2019   | 2020    | 2021   | 2022   |
|-----------|-----------------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|
| São Paulo | DE + IE         | 4,57% | 23,64% | 33,42% | 93,16%  | 36,96% | 10,30% |
|           | DE (apenas)     | 7,63% | 25,95% | 33,90% | 99,82%  | 35,57% | 9,17%  |
| Brasil    | DE + IE         | 1,75% | 25,71% | 25,87% | 86,68%  | 45,25% | 20,14% |
|           | DE (apenas)     | 5,88% | 23,64% | 31,47% | 103,62% | 41,89% | 6,87%  |

Fonte: Elaborada pelos autores com base em Brasil, 2023.

**Tabela 3: Comparação do crescimento do Comércio Dentro do Estado (DE) em relação ao Interestadual (IE) de cada ano de 2016 a 2022**

| Cenário   | 2017  | 2018   | 2019  | 2020   | 2021   | 2022   |
|-----------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|
| São Paulo | 5,35% | 4,10%  | 0,88% | 12,09% | -2,60% | -2,10% |
| Brasil    | 6,23% | -3,19% | 8,55% | 26,51% | -5,53% | 21,56% |

Fonte: Elaborada pelos autores com base em Brasil, 2023.

## 4. CONCLUSÕES

A pesquisa avaliou se o nível de serviço oferecido pelas empresas de logística de última milha, com o foco nas vendas por *e-commerce*, atende ao pilar ambiental da sustentabilidade. Além disso, avaliou-se a influência dos fatores de satisfação dos clientes na eficiência ambiental do processo e se as vendas por comércio eletrônico estão em crescimento, considerando-se os períodos pré, durante e pós-pandemia. Para isso, foi realizada a aplicação de um questionário em empresas de logística envolvidas no *e-commerce* e na última milha e um levantamento de dados de vendas por *e-commerce*. Os resultados da análise do questionário indicam uma priorização da satisfação do cliente sobre práticas sustentáveis e eficientes ambientalmente, embora seja possível apontar pequenas iniciativas, como o uso de

biocombustível e da implantação de modelos inovadores de última milha, com destaque aos pontos de retirada e coleta, estratégia recomendada pela literatura. Essa análise é limitada a empresas brasileiras, influenciada por características regionais, e as inferências são parciais, baseadas na amostra coletada. A respeito da pesquisa de dados de *e-commerce*, verificou-se o crescimento das vendas, com destaque ao período da pandemia da COVID-19, e à permanência e persistência no pós-pandemia, mesmo com o retorno do comércio físico, representando a instalação de hábitos de compras mistos, conforme a conveniência para o consumidor.

## **BIBLIOGRAFIA**

- AL MASHALAH, Heider et al. The impact of digital transformation on supply chains through e-commerce: Literature review and a conceptual framework. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 165, p. 102837, 2022.
- BORSARI, Vanderlei. As emissões veiculares e os gases do efeito estufa. **São Paulo: Sociedade de Engenheiros da Mobilidade**, 2005.
- BRANSKI, Regina Meyer; FRANCO, Raul Arellano Caldeira; LIMA JUNIOR, Orlando Fontes. Metodologia de estudo de casos aplicada à logística. **XXIV ANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte**, p. 2023-10, 2010.
- BRASIL, Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. DASHBOARD DO COMÉRCIO ELETRÔNICO NACIONAL. **Observatório do Comércio Eletrônico Nacional**, Brasília/DF, 2023.
- BOPAGE, Gayani; NANAYAKKARA, Julian; VIDANAGAMACHCHI, Kasuni. A strategic model to improve the last mile delivery performance in e-commerce parcel delivery. **Proceedings of the international conference on industrial engineering and operations management**, p. 2018-2019, 2019.
- EPE Eletromobilidade e Biocombustíveis. **Documento de apoio ao PNE 2050**, Rio de Janeiro, Empresa de Pesquisa Energética, 2018.
- GASTÉLUM, Verónica Saavedra et al. Data Science To Measure The Efficiency Of Delivery Of The Last Mile Processes In Logistics, 2023.
- GEVAERS, Roel; VAN DE VOORDE, Eddy; VANELSLANDER, Thierry. Characteristics and typology of last-mile logistics from an innovation perspective in an urban context. **City distribution and urban freight transport: Multiple perspectives**, p. 56-71, 2011.
- GONZALEZ, Juan Nicolas; GARRIDO, Laura; VASSALLO, Jose Manuel. Exploring stakeholders' perspectives to improve the sustainability of last mile logistics for e-commerce in urban areas. **Research in Transportation Business & Management**, v. 49, p. 101005, 2023.
- GVces - CENTRO DE ESTUDOS EM SUSTENTABILIDADE DA FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS - EAESP. Guia para a elaboração de inventários corporativos de emissões de gases do efeito estufa. **Cartilha**, São Paulo, FGV, 2009.
- HOLGUÍN-VERAS, J. LEAL, J. A. SÁNCHEZ-DIAZ, I. BROWNE, M. WOJTOWICZ, J. State of the art and practice of urban freight management: Part I: Infrastructure, vehicle-related, and traffic operations. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 137, p. 360-382, 2020.
- JÍLKOVÁ, Petra; KRÁLOVÁ, Petra. Digital consumer behaviour and ecommerce trends during the COVID-19 crisis. **International Advances in Economic Research**, v. 27, n. 1, p. 83-85, 2021.
- MATINHA, Gustavo Henrique Freitas; DE ANDRADE, Carlos Eduardo Sanches; DE CAMPOS, Cintia Isabel. Collection and delivery points in the last mile of cargo transportation: Sustainability benefits and challenges. **Annals of Environmental Science and Toxicology**, v. 7, n. 1, p. 061-065, 2023.
- MUÑOZ-VILLAMIZAR, Andrés et al. Short-and mid-term evaluation of the use of electric vehicles in urban freight transport collaborative networks: a case study. **International Journal of Logistics Research and Applications**, v. 22, n. 3, p. 229-252, 2019.
- RAJ, Rohit et al. Assessing the e-commerce last-mile logistics' hidden risk hurdles. **Cleaner Logistics and Supply Chain**, v. 10, p. 100-131, 2024.
- RODRIGUES, Vasco Sanchez et al. The longer and heavier vehicle debate: A review of empirical evidence from Germany. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 40, p. 114-131, 2015.
- SCHÖDER, Dustin; DING, Feng; CAMPOS, Juliana Kucht. The impact of e-commerce development on urban logistics sustainability. **Open Journal of Social Sciences**, v. 4, n. 3, p. 1-6, 2016.
- SOUZA, Camilla de Oliveira et al. Soluções para o transporte urbano de cargas na etapa de última milha. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 12, p. e20190138, 2020.
- TIWAPAT, Noppakun; POMSING, Choosak; JOMTHONG, Peerapop. Last mile delivery: Modes, efficiencies, sustainability, and trends. In: **2018 3rd IEEE International Conference on Intelligent Transportation Engineering (ICITE)**. IEEE, p. 313-317, 2018.