

A METODOLOGIA AHP NA TOMADA DE DECISÃO MULTICRITÉRIO: UMA ABORDAGEM SUSTENTÁVEL NA ENTREGA DE ÚLTIMA MILHA

Fabício Henrique do Nascimento da Silva - Universidade Paulista, UNIP

fhns1410@gmail.com

João Gilberto Mendes dos Reis - Universidade Paulista, UNIP

joao.reis@docente.unip.br

Sivanilza Machado Teixeira - Instituto Federal de São Paulo

sivanilzamachado@ifsp.edu.br

Gabriel Santos Rodrigues - Universidade Paulista, UNIP

gabriel.rodrigues119@aluno.unip.br

Miguel Renon - Universidade Paulista, UNIP

miguelrenon@aluno.unip.br

Resumo

O crescimento do comércio eletrônico nos últimos anos afetou a última milha, especialmente nas cidades, estas atividades representam um dos maiores desafios. Esse processo, que inclui entregas entre centros de distribuição e consumidores finais, traz impactos sociais, econômicos e ambientais, principalmente em grandes cidades como São Paulo. Além disso, o conceito de desenvolvimento sustentável é importante para reduzir os efeitos negativos da logística. Neste contexto, este estudo investiga como avaliar rotas de entrega de última milha utilizando o Método de Hierarquia Analítica (AHP), levando em consideração critérios sociais, econômicos e ambientais. Os resultados mostram que apesar da crescente preocupação com a sustentabilidade, os fatores econômicos têm maior influência nas decisões sobre o desenvolvimento urbano. Porém, o uso de tecnologias como smart lockers apresenta uma alternativa viável, que pode equilibrar conveniência, segurança e eficiência. Este estudo reforça a importância de integrar a sustentabilidade nos processos de logística urbana e destaca o papel das ferramentas multicritério, como o AHP, para otimizar essas decisões.

Palavras-chave: Comércio eletrônico, logística de última milha, sustentabilidade, AHP, tomada de decisão multicritério.

Abstract

The growth of e-commerce in recent years has affected the last mile, especially in cities, where these activities represent one of the greatest challenges. This process, which includes deliveries between distribution centers and end consumers, has social, economic and environmental impacts, especially in large cities such as São Paulo. In addition, the concept of sustainable development is important to reduce the negative effects of logistics. In this context, this study investigates how to evaluate last-mile delivery routes using the Analytical Hierarchy Method (AHP), taking into account social, economic and environmental criteria. The results show that despite the growing concern for sustainability, economic factors have a greater influence on decisions about urban development. However, the use of technologies such as smart lockers presents a viable alternative that can balance convenience, security and efficiency. This study reinforces the importance of integrating sustainability into urban logistics processes and highlights the role of multi-criteria tools, such as AHP, to optimize these decisions.

Keywords E-commerce, last-mile logistics, sustainability, AHP, multi-criteria decision making

1. Introdução

Nos últimos anos, houve um crescimento sustentado do comércio eletrônico mundial, uma tendência que só foi reforçada pela pandemia da COVID-19 (VIU-ROIG; ALVAREZ-PALAU, 2020). Esse crescimento influenciou diretamente a logística de última milha e teve um grande impacto no cotidiano das cidades. Este último segmento do processo de entrega, que contempla a ponte entre o centro de distribuição e o consumidor, inclui uma série de decisões complicadas que trazem impactos sociais, econômicos e ambientais (BOSONA, 2020).

A logística urbana, desse modo, desempenha um papel cada vez mais importante tanto no desenvolvimento econômico quanto no social, em que o seu principal objetivo é a melhora na eficácia e a eficiência para expedidores, prestadores de

serviços e clientes (PAN et al., 2021).

Matusiewicz et al (2019) identificou, fazendo um estudo sobre logística na Polônia, os principais impactos ambientais, globalmente o transporte urbano de mercadorias representa 25% dos veículos urbanos, ocupa até 40% do espaço rodoviário motorizado e contribui para até 40% das emissões de CO_2 (Dióxido de Carbono) relacionadas com o transporte, no contexto social Guerlain et al (2019) com estudos conduzidos nas cidades de Luxemburgo, Viena, Paris e Verona aponta que utilização de Centros de Consolidação Urbana podem reduzir os principais problemas, congestionamento, ruído, no cenário econômico Silva et al (2023) aponta *Crowdsourcing* um modelo economicamente viável que gera uma fonte de renda adicional para os entregadores.

Além disso, o desenvolvimento sustentável tem se tornado um objetivo contemporâneo e significativo para as partes interessadas da logística urbana. Sob o paradigma da sustentabilidade, o objetivo é reduzir as externalidades negativas das atividades logísticas, ao mesmo tempo em que garante a cobertura do serviço e melhora a qualidade de vida de todos os habitantes no nível da cidade (ANDERSON; ALLEN; BROWNE, 2005).

A cidade de São Paulo possui população estimada em 2022 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 12 milhões de habitantes, possuindo uma densidade demográfica de 7.528,26 hab/km² sendo a principal cidade da América Latina em população. Segundo Sawik (2024) a entrega de última milha é a atividade de transporte mais custosa e ecologicamente frágil porque entrega mercadorias diretamente ao consumidor final, e frequentemente em áreas urbanas com populações densas e acesso limitado a veículos grandes.

Contudo, as entregas em áreas remotas ou regiões com difícil acesso tornam-se ainda mais desafiadoras devido à falta de infraestrutura adequada e à distância das áreas de distribuição. De fato, a entrega de última milha desempenha um papel crítico no sucesso do comércio eletrônico, e é extremamente crucial fornecer uma experiência de compra online satisfatória (VIU-ROIG; ALVAREZ-PALAU, 2020).

Portanto, entender a competitividade do mercado, exige das empresas não apenas uma entrega eficiente do produto, mas também uma metodologia estável e criativa

que satisfaça as demandas do consumidor. É neste contexto que processos de tomada de decisão multicritério, como o Método de Análise Hierárquica (AHP) surgem como uma ferramenta útil. A metodologia AHP permite a consideração de muitos fatores por empresas e consumidores de forma quantitativa e integrada, percebendo alternativas logísticas com base na escolha fornecida com múltiplos critérios (SAATY; VARGAS, 2001).

Neste sentido, este artigo explora como a AHP pode ser aplicada à entrega de última para avaliar como os critérios sociais, econômicos e ambientais afetam as diferentes alternativas de entrega. Ao longo deste estudo será discutida a relevância da sustentabilidade na logística, com foco nesses impactos sociais e ambientais das operações, bem como nos custos e benefícios econômicos.

O resultado do artigo indica que os aspectos econômicos sobrepõem os aspectos social e ambiental e que os tipos de entrega residencial têm pouca influência na decisão de distribuição do *last-mile*, exceto pela entrega inteligente utilizando *smart-lockers*. Além disso, são apresentadas alternativas de entrega validadas que equilibram esses fatores e atendem às demandas dos consumidores por flexibilidade, segurança e eficiência.

Este artigo está organizado em seções em que após essa introdução, a metodologia apresentará a metodologia AHP e os procedimentos de pesquisa adotados neste estudo. A seguir a seção resultados e discussões apresenta as principais descobertas da pesquisa. Por fim, a seção de considerações finais detalha as principais conclusões do estudo.

2 Revisão da literatura

A tomada de decisão é um aspecto fundamental das atividades humanas, pois está presente em todos os aspectos da vida. Ela envolve avaliar opções de decisões individuais com base nas preferências, experiência e outros dados relevantes dos tomadores de decisão em ambientes pessoais ou organizacionais (AYAN; ABACIOĞLU; BASILIO, 2023).

Portanto, a tomada de decisão pode abranger uma série de problemas econômicos complexos e difíceis, os chamados critérios de decisão, nos quais os atores envolvidos podem ser independentes ou inter-relacionados, ao mesmo tempo

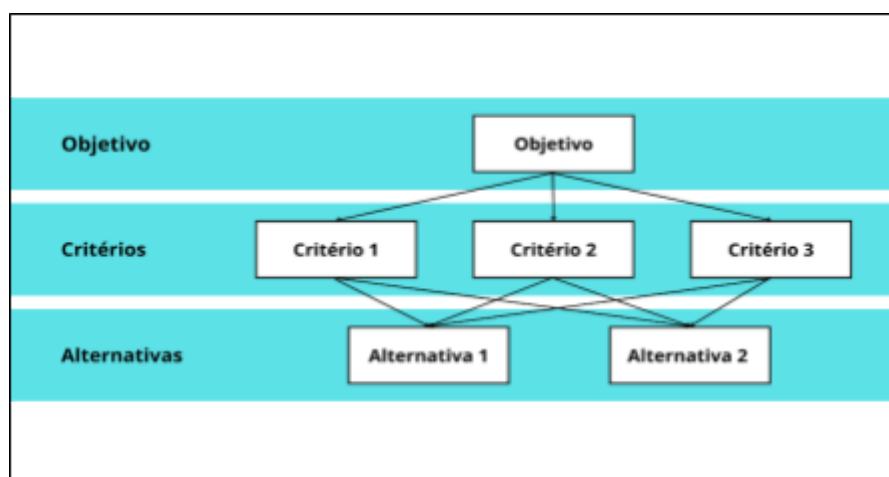
(CANCO; KRUIJA; IANCU, 2021). Esses critérios se manifestam em abordagens de tomada de decisão e seu objetivo é aprimorar e dar suporte à qualidade dessas decisões. Solucionar problemas da vida real geralmente requer a consideração de múltiplas perspectivas recorrentes para chegar a uma decisão razoável (AYAN; ABACIOĞLU; BASILIO, 2023).

Nas últimas décadas, diversos métodos de decisão multicritério foram propostos na literatura, resultando na disseminação de vários modelos, entre os quais se destacam os mais populares: o AHP (Processo Hierárquico Analítico), desenvolvido por Saaty e Vargas (2001); o ANP (Processo Analítico de Rede); o TOPSIS (Técnica de Ordem de Preferência por Similaridade à Solução Ideal); e o ELECTRE (Eliminação e Escolha Traduzindo a Realidade), (KEENEY; RAIFFA, 1993; LAI; LIU; HWANG, 1994; OLSON, 2004).

Em seu livro *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process*, Thomas L Saaty e Luis G Vargas, esclarecem que o AHP é uma estrutura básica a ser utilizada para a tomada de decisão, considerando os aspectos racionais e intuitivos para seleção de alternativas a partir de critérios avaliados (SAATY; VARGAS, 2001).

O método AHP considera inicialmente a determinação de hierarquias, definição de prioridades e, posterior análise de consistência lógica, sendo a estrutura mais simples demonstrada na Figura 1, para tomada de decisão composta em três níveis: 1) definição do objetivo; 2) determinação dos critérios; e 3) alternativas propostas que serão avaliadas(SAATY; VARGAS, 2001).

Figura 1: exemplo da estrutura do método AHP



Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2001)

Para avaliao dos critérios estabelecidos na Tabela 1 é aplicada a escala fundamental de intensidade recomendada por (SAATY; VARGAS, 2001)

Tabela 1: Escala de intensidade

Escala	Significado
1	Igual Importância
3	Moderada Importância
5	Forte Importância
7	Muito forte importância
2,4,6,8	Valores intermediários

Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2001)

Para o cálculo dos pesos de avaliao é aplicado a matriz de decisão A, sendo a base para gerao da matriz A de comparao pareada e cálculo de auto vetores e autovalores máximos (λ_{max}), Equao 1:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ 1/A_{21} & 1 & \dots & A_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/A_{n1} & 1/A_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Eq (1)

O cálculo do autovalor máximo é fundamental para análise do ndice de Consistência (CI) dos pesos de avaliao, Equao 2.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Eq.(2)

Onde:

λ_{max} = auto vetor máximo

n = dimensão da matriz

Para (BRIOZO; MUNETTI, 2015), além do CI é importante o cálculo da razão de consistência (CR), dado ao erro aleatório relacionado a ordem da matriz, baseado no índice de consistência aleatória relacionado a ordem da matriz, Equação 3.

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad \text{Eq. (3)}$$

Onde:

RC = corresponde à razão de consistência das respostas dos decisores; IC = representa o índice de consistência e

IR = corresponde ao índice aleatório, que foi calculado para matrizes quadradas de ordem n pelo Laboratório Nacional Oak Ridge, Estados Unidos, sendo 1 = 0,00; 2 = 0,0; 3 = 0,58; 4 = 0,90; 5 = 1,12; 6 = 1,24; e 7 = 1,32

Portanto, para determinar os pesos estabelecidos para cada um dos critérios, subcritérios e alternativas deve-se comparar mudanças entre as opções considerando o cenário preferido é o menos recomendado. Chun-Yu; Wen-Long, (2012) esclarecem que, sempre que possível, médias aritméticas devem substituir os julgamentos dos especialistas para evitar erros por subjetividade das respostas.

3. Metodologia

O objetivo do presente estudo foi determinar qual a melhor alternativa de entrega considerando o cenário da cidade de São Paulo. Para isso, adotou-se um modelo de decisão multicritério utilizando o *Analytic Hierarchy Process*.

Os critérios que respaldam a decisão do modelo foram:

- **Social:** esse critério avalia o impacto das alternativas sobre os aspectos relacionados à sociedade e bem-estar dos consumidores;

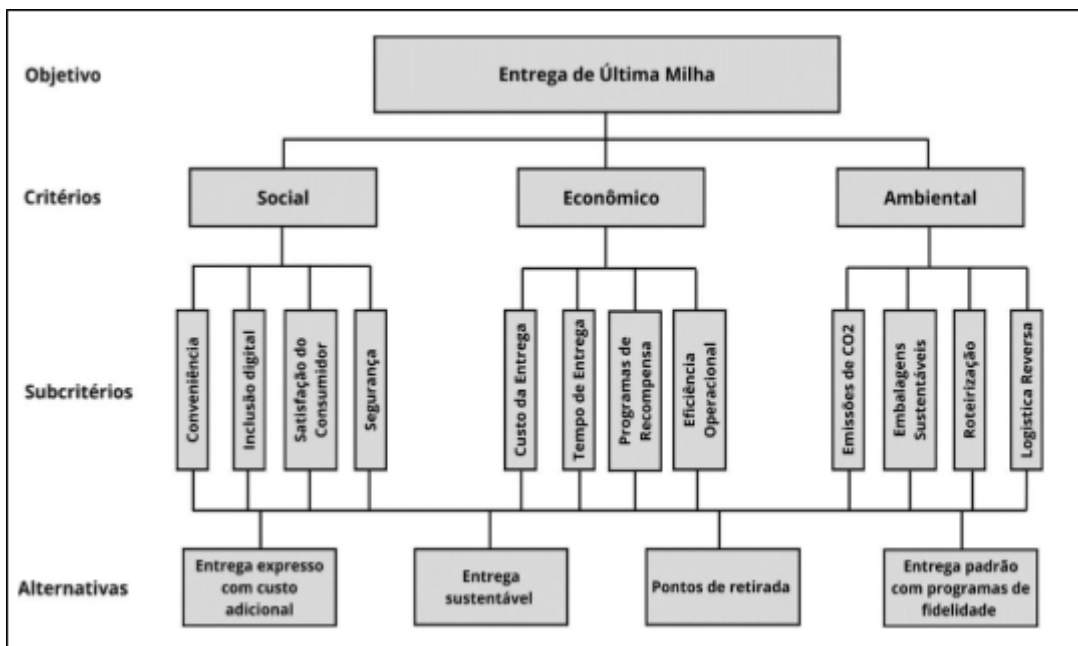
- **Econ3mico:** que considera os custos e benefrcios econ3micos tanto para consumidor quanto para empresa;
- **Ambiental:** que analisa o impacto ecol3gico das opera33es logrcsticas, considerando aspectos como a pegada de carbono e a efici3ncia energ3tica, para definir crit3rios e pesos a serem adotados foram selecionadas refer3ncias bibliogr3ficas que suportam as escolhas.

O modelo de an3lise hier3rquica foi estabelecido de acordo com os seguintes crit3rios apresentados na Figura 2.

Para a solu33o do problema na Figura 2, a 3rvore de decis3o identifica o objetivo, os crit3rios e respectivos subcrit3rios e aponta as alternativas, em que s3o efetuadas pondera33es parit3rias. As pondera33es foram feitas por especialistas, e, quando n3o havia fundamenta33o ou houve d3vidas, foram utilizados dados das refer3ncias selecionadas, apresentadas na Tabela 2.

Determinadas as vari3veis do modelo de decis3o, os dados foram inseridos no software *Super Decisions*® vers3o 2.1 (2024) para estabelecer os resultados que s3o apresentados na se33o a seguir.

Figura 2. 3rvore de decis3o para definir estrat3gia de entrega



Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 2. Descrição da literatura utilizada na atribuição dos pesos dos critérios nas comparações paritárias

Fonte	Ambiental	Econômico	Social
Rosenberg et al. (2021)		X	
Silva et al. (2023)		X	
Gatta et al. (2023)		X	
Alharbi et al. (2022)		X	
Oliveira et al. (2017)		X	
Ignat e Chankov (2020)	X		
Rai (2019)	X		
Moncef e Monet (2021)	X		
Patella et al. (2021)	X		
Sirigusa et al. (2022)	X		
Masteguim e Cunha (2022)			X
Na et al. (2022)			X
Cardenas et al. (2017)			X
Klein e Popp (2022)			X
Guerlain et al. (2019)			X

Fonte: elaborado pelos autores

3. Resultados e discussão

O resultado geral mostra que o critério Econômico teve o maior peso no modelo de decisão multicritério (0,614), seguidos por Social (0,268), Ambiental (0,117), conforme indicado na Tabela 3.

Tabela 3. - Pesos dos critérios: infraestrutura, custos, impacto ambiental e tempo

Critérios	Peso	Alternativas	Peso
Social	0,268	Entrega Expressa	0,215
Ambiental	0,117	Entrega Regular	0,207
Econmico	0,614	Entrega Sustentável	0,201
		Smart Lockers	0,377

Fonte: Elaborada pelos autores.

Desta maneira pode-se concluir que os fatores econômicos ligados a entrega ainda possui uma grande influência na escolha dos consumidores em relação as alternativas de entregas apresentadas. Os pesos obtidos para cada critério e alternativas são apresentados na Tabela 4 e serão discutidos nos subtópicos seguintes

O fator com maior peso entre os critérios orientados ao consumidor foi o econmico, refletindo a preponderância de consideraes econmicas na escolha do consumidor. Esse resultado é justificado pela afirmação na literatura de que, especialmente em ambientes logísticos altamente competitivos, custo e eficiência operacional são os primeiros aspectos que os consumidores logísticos marcam em suas listas (SILVA et al., 2022).

Um olhar mais atento aos subcritérios econômicos mostra que a eficiência operacional é a mais importante, com um peso de (0,501). Alternativas, como as relativas ao uso de armários inteligentes peso de (0,385) neste subcritério, têm apresentado algumas vantagens - provavelmente a oportunidade de otimizar as operaes logísticas (GONCALVES e FERREIRA, 2021). Custos de Entrega, têm se mostrou relevante, tendo *smart locker* como a alternativa mais eficiente, com um peso de (0,579).

Tabela 4- Pesos dos critérios, subcritérios e alternativas

Critérios	Subcritérios	Alternativas			Smart Lockers
		Entrega Expressa	Entrega Regular	Entrega Sustentável	

Social (0,268)	Inclusão Digital (0,101)	0,250	0,250	0,250	0,250
	Conveniência (0,141)	0,270	0,081	0,154	0,494
	Segurança (0,483)	0,276	0,118	0,118	0,487
	Satisfação Cliente (0,276)	0,489	0,103	0,251	0,157
Ambiental (0,117)	Emissão de CO2 (0,483)	0,066	0,116	0,538	0,280
	Logística Reversa (0,176)	0,096	0,368	0,169	0,368
	Roteirização Verde (0,247)	0,094	0,164	0,433	0,308
	Embalagens Sustentáveis (0,094)	0,250	0,250	0,250	0,250
Econômico (0,614)	Custo de Entrega (0,242)	0,071	0,125	0,225	0,579
	Eficiência Operacional (0,501)	0,087	0,364	0,163	0,385
	Tempo de Entrega (0,172)	0,494	0,154	0,081	0,270
	Programas de Recompensa. (0,084)	0,488	0,103	0,250	0,157

Fonte: Elaborada pelos autores

O critério Social é o segundo mais importante, com um valor de (0,268). Isso reforça que os consumidores também dão peso a aspectos relacionados à sua conveniência e segurança. O subcritério mais relevante é Segurança (0,483). Isso pode ser lido como a crescente preocupação com a segurança de bens e serviços enquanto estão no canal de entrega. Particularmente no uso de *smart lockers*, obteve um valor de (0,487) (SANTOS; OLIVEIRA, 2023). Outro subcritério que teve uma alta pertinência é satisfação do cliente, com mais relevância na entrega expressa, que pontuou (0,489), esta descoberta está

relacionada a outras pesquisas, que afirmaram que a velocidade de entrega e um dos maiores motivos para uma boa experiu0ncia de compra (MARTINS; ALMEIDA, 2020).

O crit0rio Ambiental, com o menor peso (0,117), nfo deve ser desvalorizado, especialmente em contextos de crescente preocupa0o ecol3gica. O subcrit0rio Emissfo de CO2 foi o mais marcante na categoria do crit0rio Ambiental, com uma pondera0o de 0,483. A op0o entrega sustentfvel que obteve a maior pontua0o dentro (0,538). Isso mostra que, embora o aspecto ambiental tenha menos peso nas decis0es do consumidor, hf uma valoriza0o de alternativas que promovam prfcticas mais sustentfveis, como apontado por recentes estudos sobre comportamento de consumo verde (RODRIGUES et al., 2022).

6. Conclusfo

Este estudo aplicou a metodologia de tomada de decisfo multicrit0rio, Anflise Hierfquica do Processo (AHP) para investigar os desafios da logfstica de fcltima milha, com foco nos impactos sociais, econ3micos e ambientais das alternativas de entrega.

Os resultados indicaram que, embora haja uma preocupa0o com a sustentabilidade, os fatores econ3micos ainda exercem a maior influu0ncia nas decis0es logfsticas. Al0m disso, a anflise revelou que as prfcticas de entrega que equilibram eficiu0ncia econ3mica e conveni0ncia social, como o uso de *smart lockers*, sfo promissoras para atender fcs demandas dos consumidores modernos.

As implica0es prfcticas deste estudo sfo significativas para empresas de logfstica que buscam otimizar suas opera0es. A ado0o da metodologia AHP pode auxiliar na identifica0o de alternativas de entrega que nfo apenas atendam fcs expectativas dos consumidores, mas tamb0m promovam prfcticas sustentfveis. As empresas devem considerar a integra0o de crit0rios sociais e ambientais em suas estrat0gias logfsticas, reconhecendo que a satisfa0o do cliente e a responsabilidade social sfo fundamentais para o sucesso a longo prazo.

Para futuras pesquisas, recomenda-se a explora0o de diferentes contextos urbanos e a anflise de como as tecnologias emergentes, como intelig0ncia artificial e big data, podem

ser incorporadas à metodologia AHP. Além disso, estudos que investiguem a percepção dos consumidores sobre práticas de entrega sustentáveis podem fornecer insights valiosos para a indústria.

Pode-se verificar através dos estudos, que a logística de última milha representa um dos maiores desafios do comércio eletrônico contemporâneo, especialmente em grandes cidades como São Paulo. A necessidade de soluções que considerem a sustentabilidade e a eficiência se tornam fatores essenciais na última milha. Portanto, este trabalho não apenas contribui para a compreensão das dinâmicas logísticas atuais, mas também serve como um chamado à ação para que empresas e pesquisadores colaborem na construção de um futuro mais sustentável e eficiente na logística urbana.

A entrega de última milha é observada como algo muito custoso para o e-commerce, e particularmente em um grande centro urbano, como a cidade de São Paulo. A busca por soluções que considerem sustentabilidade e eficiência tem ganhado mais espaço. Este trabalho auxilia na compreensão do funcionamento da logística atualmente e serve como motivação para empresas e pesquisadores se unirem para trabalhar por um futuro melhor e mais eficiente em relação à logística urbana.

7. Agradecimentos

“Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código do Financiamento 001”

Referências

ANDERSON, S.; ALLEN, J.; BROWNE, M. Urban logistics—how can it meet policy makers’ sustainability objectives? **Journal of Transport Geography**, Sustainability and the Interaction Between External Effects of Transport (Part Special Issue, pp. 23-99). v. 13, n. 1, p. 71–81, 1 mar. 2005.

AYAN, B.; ABACIOĞLU, S.; BASILIO, M. P. A Comprehensive Review of the Novel

Weighting Methods for Multi-Criteria Decision-Making. **Information**, v. 14, n. 5, p. 285, 11 maio 2023.

BOSONA, T. Urban Freight Last Mile Logistics—Challenges and Opportunities to Improve Sustainability: A Literature Review. **Sustainability**, v. 12, n. 21, p. 8769, jan. 2020.

BRIOZO, R. A.; MUSETTI, M. A. Método multicritério de tomada de decisão: aplicação ao caso da localização espacial de uma Unidade de Pronto Atendimento – UPA 24 h. **Gestão & Produção**, v. 22, n. 4, p. 805–819, 2015.

CANCO, I.; KRUIJA, D.; IANCU, T. AHP, a Reliable Method for Quality Decision Making: A Case Study in Business. **Sustainability**, v. 13, n. 24, p. 13932, 16 dez. 2021.

CHUN-YU, G.; WEN-LONG, W. An Improved Analytic Hierarchy Process and Application in Grain Production. **Journal of Northeast Agricultural University (English Edition)**, v. 19, n. 2, p. 66–70, 1 jun. 2012.

GONÇALVES, A., & FERREIRA, L. (2021). **Eficiência Operacional em Entregas Last Mile**. Revista de Logística Aplicada, 15(3), 45-56

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados: 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/sao-paulo.html/>. Acesso em 01 out. 2024

KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-Offs**. [s.l.] Cambridge University Press, 1993.

LAI, Y.-J.; LIU, T.-Y.; HWANG, C.-L. TOPSIS for MODM. **European Journal of Operational Research**, Facility Location Models for Distribution Planning. v. 76, n. 3, p. 486–500, 11 ago. 1994.

OLSON, D. L. Comparison of weights in TOPSIS models. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 40, n. 7, p. 721–727, 1 out. 2004.

MARTINS, J., & ALMEIDA, R. (2020). **O Impacto da Entrega Rápida na Satisfação do Cliente**. Revista de Gestão de Operações, 12(1), 78-92.

MATUSIEWICZ, M.; ROLBIECKI, R.; FOLTYŃSKI, M. The Tendency of Urban

Stakeholders to Adopt Sustainable Logistics Measures on the Example of a Polish Metropolis. **Sustainability**, v. 11, n. 21, p. 5909, jan. 2019.

PAN, S. et al. Smart city for sustainable urban freight logistics. **International Journal of Production Research**, v. 59, n. 7, p. 2079–2089, 3 abr. 2021.

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. How to Make A Decision. Em: SAATY, T. L.;

VARGAS, L. G. (Eds.). **Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process**. Boston, MA: Springer US, 2001. p. 1–25.

BRIOZO, R. A.; MUSETTI, M. A. Método multicritério de tomada de decisão: aplicação ao caso da localização espacial de uma Unidade de Pronto Atendimento – UPA 24 h. **Gestão & Produção**, v. 22, n. 4, p. 805–819, 2015.

CARDENAS, I. et al. City logistics, urban goods distribution and last mile delivery and collection. **Competition and Regulation in Network Industries**,

v. 18, n. 1–2, p. 22–43, 1 mar. 2017.

CHUN-YU, G.; WEN-LONG, W. An Improved Analytic Hierarchy Process and Application in Grain Production. **Journal of Northeast Agricultural University (English Edition)**, v. 19, n. 2, p. 66–70, 1 jun. 2012.

GUERLAIN, C.; RENAULT, S.; FERRERO, F. Understanding Construction Logistics in Urban Areas and Lowering Its Environmental Impact: A Focus on Construction Consolidation Centres. **Sustainability**, v. 11, n. 21, p. 6118, jan. 2019.

KLEIN, P.; POPP, B. Last-Mile Delivery Methods in E-Commerce: Does Perceived Sustainability Matter for Consumer Acceptance and Usage? **Sustainability**, v. 14, n. 24, p. 16437, jan. 2022.

MASTEGUIM, R.; CUNHA, C. B. An Optimization-Based Approach to Evaluate the Operational and Environmental Impacts of Pick-Up Points on E-Commerce Urban Last-Mile Distribution: A Case Study in São Paulo, Brazil. **Sustainability**,

v. 14, n. 14, p. 8521, jan. 2022.

MATUSIEWICZ, M.; ROLBIECKI, R.; FOLTYŃSKI, M. The Tendency of Urban Stakeholders to Adopt Sustainable Logistics Measures on the Example of a Polish Metropolis. **Sustainability**, v. 11, n. 21, p. 5909, jan. 2019.

NA, H. S.; KWEON, S. J.; PARK, K. Characterization and Design for Last Mile Logistics: A Review of the State of the Art and Future Directions. **Applied Sciences**, v. 12, n. 1, p. 118, jan. 2022.

OLIVEIRA, C. M. DE et al. Sustainable Vehicles-Based Alternatives in Last Mile Distribution of Urban Freight Transport: A Systematic Literature Review. **Sustainability**, v. 9, n. 8, p. 1324, ago. 2017.

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. How to Make A Decision. Em: SAATY, T. L.;

VARGAS, L. G. (Eds.). **Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process**. Boston, MA: Springer US, 2001. p. 1–25.

SILVA, V.; AMARAL, A.; FONTES, T. Sustainable Urban Last-Mile Logistics: A Systematic Literature Review. **Sustainability**, v. 15, n. 3, p. 2285, jan. 2023.

VIU-ROIG, M.; ALVAREZ-PALAU, E. J. The Impact of E-Commerce-Related Last-Mile Logistics on Cities: A Systematic Literature Review. **Sustainability**, v. 12, n. 16, p. 6492, jan. 2020.