

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
CURSO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL

Luiza Maria Krause

**BARREIRAS À IMPLEMENTAÇÃO DE PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE
AMBIENTAL NA LOGÍSTICA DA ÚLTIMA MILHA NO E-COMMERCE**

Florianópolis

2022

Luiza Maria Krause

**BARREIRAS À IMPLEMENTAÇÃO DE PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE
AMBIENTAL NA LOGÍSTICA DA ÚLTIMA MILHA NO E-COMMERCE**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Produção Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, habilitação Produção Civil.
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Marina Bouzon
Coorientadora: M^a María Alejandra Maldonado Bonilla

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra

Krause, Luiza Maria
Barreiras à implementação de práticas de sustentabilidade ambiental na logística da última milha no e-commerce / Luiza Maria Krause ; orientador, Marina Bouzon, coorientador, Maria Alejandra Maldonado Bonilla, 2022.
74 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia de Produção Civil, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção Civil. 2. Logística. 3. Última milha. 4. Sustentabilidade. 5. Ambiental. I. Bouzon, Marina. II. Maldonado Bonilla, Maria Alejandra. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Produção Civil. IV. Título.

Luiza Maria Krause

**BARREIRAS À IMPLEMENTAÇÃO DE PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE
AMBIENTAL NA LOGÍSTICA DA ÚLTIMA MILHA NO E-COMMERCE**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheira Civil, com habilitação em Produção e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas

Florianópolis, 07 de março de 2022.

Prof.^a Dra. Mônica Maria Mendes Luna
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Marina Bouzon
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Msc. María Alejandra Maldonado Bonilla
Coorientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Carlos Manuel Taboada Rodriguez
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus queridos pais, que sempre me apoiaram e me ensinaram a valorizar os estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me guiado em cada detalhe até este momento. Além disso, por ter sido tão maravilhosamente bondoso comigo ao me proporcionar a oportunidade de realizar o meu sonho de criança, que era de concluir minha graduação em engenharia na Universidade Federal de Santa Catarina. Aproveito para agradecer a esta universidade por tamanho aprendizado que obtive durante o curso e a execução deste trabalho.

Sou eternamente grata aos meus pais, Ida e Osni, por serem tão generosos ao me dar amor, educação e apoio. À minha mãe por ter sido paciente e conselheira nos momentos mais necessários. Ainda, especialmente, por ter me instigado a ser curiosa – qualidade necessária para ser engenheira, pesquisadora e para o sucesso profissional como um todo, já que é através da busca pelo conhecimento que me desenvolvo e cresço. E ao meu pai, por ter me marcado com a frase “problemas são tão fáceis de serem resolvidos”, quando eu tinha por volta de 6 anos. A partir desse momento, a minha escolha pela engenharia tinha sido feita e seria irreduzível, por mais que eu não soubesse no momento. Ademais, essa frase me fez companhia durante toda a vida acadêmica, inclusive durante o desenvolvimento desta monografia.

Agradeço ao meu noivo por ser paciente e por me incentivar, enquanto eu estava progredindo na leitura dos artigos e na escrita deste trabalho. Às minhas irmãs e cunhado, por todo carinho, apoio, além dos conselhos que foram necessários para o bom êxito do presente estudo.

Agradeço aos meus amigos que fizeram parte da minha graduação, por todos os momentos, histórias, companheirismo e suporte. Em especial, à Larissa e ao Jorge por terem me incentivado na escolha da orientação deste trabalho e à Karina por ter me apoiado no início da busca pelo tema da presente monografia.

Aos mestres que me auxiliaram e guiaram durante a graduação e na elaboração deste trabalho. À minha orientadora Prof^ª Dr^ª Marina Bouzon pelos excelentes direcionamentos e marcantes incentivos. À minha coorientadora Msc. María Alejandra Maldonado Bonilla pela disponibilidade para inúmeras reuniões, pelo incentivo durante todo estudo para alcançar os resultados desta monografia, e por todo ensinamento compartilhado em relação ao tema.

RESUMO

Com a introdução do *e-commerce*, a logística de entrega urbana de mercadorias foi impactada e tornou-se mais complexa. Com isso, a necessidade de expandir práticas logísticas ambientalmente sustentáveis tornou-se um assunto emergente dentro da literatura e entre as grandes empresas que buscam se manter no mercado. Entretanto, são muitas as barreiras enfrentadas pelas empresas que anseiam implementar uma logística de última milha mais sustentável no âmbito ambiental. Sendo assim, este trabalho tem o objetivo de identificar as principais barreiras para a implementação de práticas de sustentabilidade ambiental na logística de última milha encontradas por empresas de *e-commerce*. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática da literatura por meio de uma busca com o uso de palavras-chave e estruturada através da metodologia PRISMA, onde 40 artigos foram selecionados. Os resultados obtidos foram a identificação das barreiras na literatura definida e um *framework* conceitual. Ao todo foram apontadas 39 barreiras, sendo elas organizadas em quatro categorias: ‘gestão’, ‘armazenagem, separação de pedidos e embalagens’, ‘transporte’ e ‘entrega’. Portanto, este trabalho tem relevância ao contribuir para a literatura, com o estudo de um tema emergente, e para as empresas, ao destacar os principais problemas que necessitam de soluções.

Palavras-chave: Última milha. Sustentabilidade. Ambiental. Logística. Barreira.

ABSTRACT

With the introduction of e-commerce, urban goods delivery logistics were impacted and became more complex. As a result, the need to expand environmentally sustainable logistics practices has become an emerging issue within the literature and among big companies that seek to remain in the market. However, there are many barriers faced by companies that want to implement a more sustainable last mile logistics in the environmental field. Therefore, this work aims to identify the main barriers to the implementation of environmental sustainability practices in last mile logistics encountered by e-commerce companies. For this, a systematic review of the literature was carried out through a search with the use of keywords and structured through the PRISMA methodology, where 40 articles were selected. The results obtained were the identification of barriers in the defined literature and a conceptual framework. In all, 39 barriers were identified and organized into four categories: 'management', 'storage, order and packaging separation', 'transport' and 'delivery'. Therefore, this work is relevant by contributing to the literature, with the study of an emerging theme, and for companies, by highlighting the main problems that need solutions.

Keywords: Last mile. Sustainability. Environmental. Logistics. Barrier.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Etapas da pesquisa	34
Figura 2 – Etapas metodologia Prisma	36
Figura 3 - <i>Framework</i> conceitual	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comando de busca	35
Quadro 2 - Critérios de inclusão e exclusão	35
Quadro 3 - Barreiras na etapa 'gestão'	45
Quadro 4 - Barreiras nas etapas 'armazenagem, separação de pedidos e embalagens'.....	47
Quadro 5 - Barreiras na etapa 'transporte'.....	56
Quadro 6 - Barreiras na etapa 'entregas'	61
Quadro 7 - Alcance dos objetivos	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Documentos publicados por ano	18
Gráfico 2 - Documentos selecionados x ano de publicação	37
Gráfico 3 – Citações por documento	38
Gráfico 4 – Países por número de documento	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação brasileira de normas técnicas

WCED – Comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento

B2C – *Business-to-consumer*

B2B – *Business-to-business*

TBL – *Triple bottom line*

CD – Centro de distribuição

CS – Crowd-shipping

VANT – Veículos aéreos não tripulados

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.2	OBJETIVOS	17
1.2.1	Objetivo Geral.....	17
1.2.2	Objetivos Específicos	17
1.3	JUSTIFICATIVA	17
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	19
1.5	DELIMITAÇÕES DA PESQUISA	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
2.1	SUSTENTABILIDADE	21
2.1.1	Pilares da sustentabilidade	22
2.1.1.1	<i>Pilar Ambiental / Sustentabilidade Ambiental</i>	<i>23</i>
2.1.1.2	<i>Pilar Econômico</i>	<i>24</i>
2.1.1.3	<i>Pilar Social</i>	<i>24</i>
2.2	LOGÍSTICA DE ÚLTIMA MILHA	25
2.2.1	Atividades	25
2.2.1.1	<i>Armazenagem</i>	<i>26</i>
2.2.1.2	<i>Pedido do cliente</i>	<i>26</i>
2.2.1.3	<i>Separação de pedidos</i>	<i>27</i>
2.2.1.4	<i>Embalagem</i>	<i>27</i>
2.2.1.5	<i>Transporte e entrega.....</i>	<i>28</i>
2.3	SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA LOGÍSTICA DE ÚLTIMA MILHA	29
2.3.1	Definição	29
2.3.2	Importância	29

2.3.2	Soluções	30
3	MÉTODOS	33
3.1	CARACTERIZAÇÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA	33
3.2	ETAPAS DE PESQUISA	33
3.2.1	Seleção de material	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1	ANÁLISE DESCRITIVA	37
4.2	ANÁLISE CONCEITUAL - BARREIRAS	40
4.2.1	Gestão	40
4.2.2	Armazenagem, separação de pedidos e embalagens	46
4.2.3	Transporte	48
4.2.4	Entregas	58
4.3	FRAMEWORK CONCEITUAL	61
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
5.1	CONCLUSÃO	64
5.2	FUTURAS PESQUISAS	65
	REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

Nesta seção são apresentados a contextualização do objeto de estudo deste trabalho e os objetivos a serem alcançados por ele. Além disso, são desenvolvidas a justificativa, a estrutura deste trabalho e, por fim, a delimitação da pesquisa.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

As compras *online* foram estimuladas com a pandemia do COVID-19 (KIM, 2020), por isso muitas lojas físicas estão migrando para o formato digital - uma tendência que muito provavelmente permanecerá (ESCURSELL; LLORACH-MASSANA; RONCERO, 2021; VIU-ROIG; ALVAREZ-PALAU, 2020). No setor de entregas de alimentos *online*, por exemplo, a receita está crescendo 7,5% no Reino Unido, 7,7% na Alemanha, 10,6% na França, 10,7% na Espanha e 8,4% na Itália, de acordo com o *Statista's Online Food Delivery Report 2019* (VIU-ROIG; ALVAREZ-PALAU, 2020).

Um relatório de 2020 do Fórum Econômico Mundial prevê que, até 2030, o crescimento do *e-commerce* sozinho resultará em um aumento de 36% no número de veículos de entrega e, com isso será emitido 32% a mais de carbono despejado no meio ambiente (TOY et al., 2020). Outro ponto a ser destacado nas vendas por *e-commerce* é o aumento da dependência do transporte aéreo nacional e internacional, assim como do rodoviário, os quais são uma das maiores fontes de poluição ambiental (HESSE, 2002; STRALE, 2019).

Com o crescimento do *e-commerce*, a logística de entrega urbana de mercadorias para vendas *online* foi impactada e tornou-se mais complexa (BALDI et al., 2019). Essa parte da logística, chamada de logística de última milha, é o percurso mais oneroso e poluente de toda a cadeia de abastecimento (EHMKE; CHRISTIAN, 2012; VISSER; NEMOTO; BROWNE, 2014). De fato, a situação da logística da última milha é preocupante.

Uma parte extremamente crítica da última milha é a maneira pela qual os produtos chegam ao cliente final no mercado consumidor, mais especificamente: o transporte, a entrega em si. Dentro das opções, levando em consideração a sustentabilidade, a pior é a entrega em domicílio, que é também a mais comum. No entanto, várias alternativas mais sustentáveis estão sendo desenvolvidas, como os pontos de coleta locais e os armários de pacotes (*lockers*) (BULDEO RAI; VERLINDE; MACHARIS, 2019).

Hoje, a sustentabilidade é considerada uma estratégia utilizada pelas organizações com o objetivo de gerar valor a partir da busca de melhores resultados sociais e ambientais (BENITES; POLO, 2013). A competição pelo menor preço não está mais sendo o suficiente, visto que a responsabilidade nas questões do meio ambiente é algo que os consumidores estão buscando (BENITES; POLO, 2013). Logo, tal estratégia é essencial para as empresas que querem manter ou melhorar seus índices (NENNI; SFORZA; STERLE, 2019).

Nesse sentido, a União Europeia estabeleceu a meta de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, especialmente o CO₂. O objetivo é diminuir em 40% até 2030 e em 80 a 95% até 2050, em comparação a 1990 (LETNIK et al., 2018). Como resposta, as empresas estão buscando soluções inovadoras, que também são desafiadoras, para as operações logística do dia a dia. (RESAT, 2020).

Nos últimos anos, inúmeras iniciativas têm procurado minimizar os efeitos negativos da distribuição urbana. E a partir disso, construir uma economia futura onde os recursos sejam empregados de forma mais sustentável (VILLA; MONZÓN, 2021). No entanto, quando o tema é a sustentabilidade ambiental na logística da última milha, ainda há carência de pesquisas (NENNI; SFORZA; STERLE, 2019).

É válido notar que os aspectos ambientais envolvem a diminuição de produção de emissões, particularmente CO₂ e pó fino. Nesse caso, a infraestrutura é um fator relevante, já que influencia nas emissões geradas pela condução, bem como pelas atividades de início e parada relacionadas às entregas (TROTT et al., 2021a). As dimensões a serem consideradas são inúmeras e com elas estão as interferências. Um estudo onde 858 cidades europeias foram analisadas, o centro de Madri foi considerado como a área em que ocorreu a maior mortalidade relacionada à poluição por dióxido de nitrogênio (NO₂) no continente (VILLA; MONZÓN, 2021).

Não tem como negar, as cidades estão sobrecarregadas com uma grande variedade de desafios diante do aumento das demandas de produtos e dos seus volumes. Tudo isso, resulta em viagens adicionais de entrega em que, geralmente, acontece com veículos de transporte comercial (TROTT et al., 2021a). E por fim, o aumento do número de veículos de transporte nas cidades reflete diretamente em maior congestionamento e acidentes (âmbito social), mais poluição do ar e ruído (ambiental) e maiores custos logísticos (econômico) (VILLA; MONZÓN, 2021).

Sendo assim, algumas soluções já estão sendo desenvolvidas e implementadas devido à pressão causada pelas metas para reduzir a poluição e as emissões nas cidades. Todavia, os

problemas ambientais de logística urbana não estão solucionados (KIM et al., 2021). Sendo assim, o presente trabalho tem como questão norteadora de pesquisa “Quais são as principais barreiras que as empresas, no ramo de *e-commerce*, enfrentam para implementar ações de sustentabilidade ambiental na logística da última milha?”.

1.2 OBJETIVOS

Nas seções abaixo estão descritos o objetivo geral e os objetivos específicos deste trabalho.

1.2.1 Objetivo Geral

Identificar as principais barreiras para a implementação de práticas de sustentabilidade ambiental na logística de última milha encontradas por empresas de *e-commerce*.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Conceituar logística de última milha no contexto de *e-commerce*;
- Conceituar sustentabilidade, sustentabilidade ambiental e logística de última milha sustentável;
- Criar um *framework* conceitual de barreiras da sustentabilidade ambiental de última milha, com categorias de barreiras;

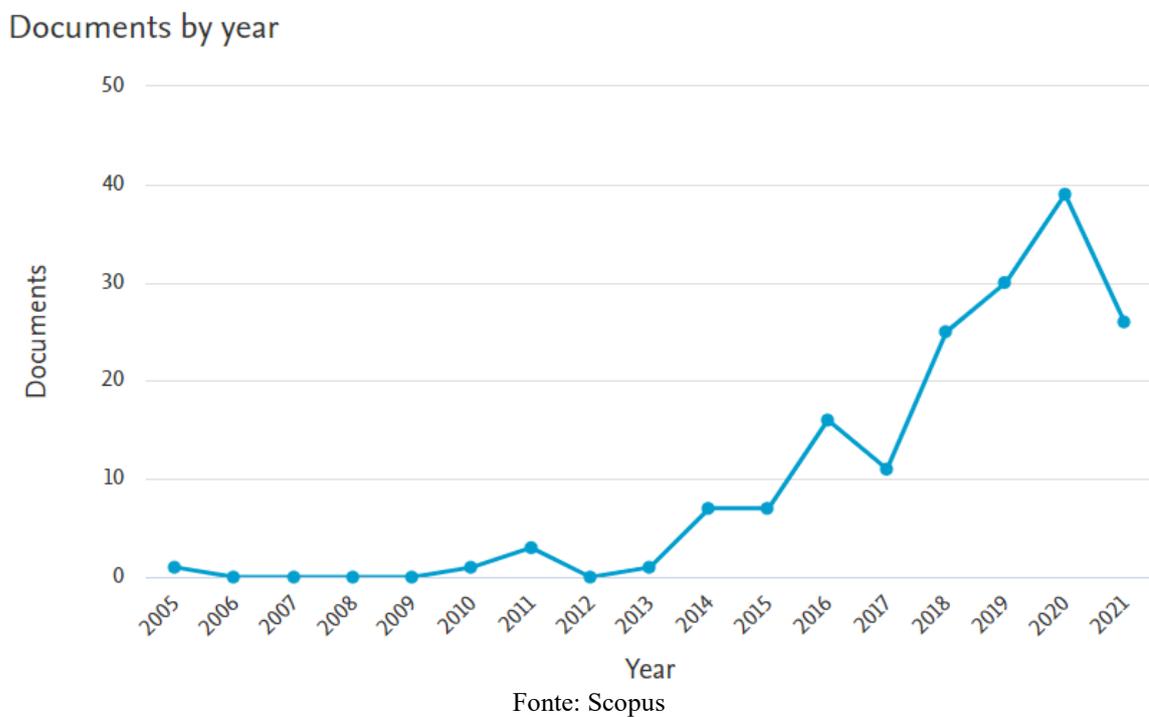
1.3 JUSTIFICATIVA

Nos últimos anos foram registrados fenômenos como o rápido crescimento do varejo *omnichannel* (a possibilidade de vários canais de compras integrados entre si) (DE BORBA et al., 2020), a mudança no comportamento do consumidor, a crescente urbanização e um maior foco na sustentabilidade. Simultaneamente a esses fenômenos, cresceu a necessidade de uma compreensão mais aprofundada das barreiras à implementação de ações de sustentabilidade ambiental na logística da última milha (OLSSON; HELLSTRÖM; PÅLSSON, 2019).

O tema “sustentabilidade na logística da última milha” é recente e está sendo considerado um tópico de alta tendência para pesquisas acadêmicas. Como demonstra o Gráfico

1, a exploração do assunto iniciou-se em 2005 com apenas um único documento que tem como título: “Urban freight in dublin city center, Ireland: Survey analysis and strategy evaluation” (FINNEGAN et al., 2005). A baixa produção científica perdurou até 2013. Já entre 2014 e 2017 foram desenvolvidas, em média, dez pesquisas por ano. Contudo, é a partir de 2018 que se percebe um aumento representativo dos estudos com 25 publicações nesse ano. Esta alta permanece nos anos seguintes, sendo produzidos em média 35 artigos por ano entre 2019 e 2020, conforme ilustra o Gráfico 1. Assim, fica claro o maior interesse da academia no tema e, portanto, a necessidade de estudos mais aprofundados na área.

Gráfico 1 - Documentos publicados por ano



Ademais, “a insustentabilidade da logística urbana torna a meta mais urgente de ecologização” de acordo com Ren et al. (2019). Por (in)sustentabilidade, tem-se o *triple bottom line*: financeiro, ambiental, social. No contexto financeiro, o custo de transporte relacionado à última milha é de 28% em relação ao total (ARVIDSSON, 2013) e pode contribuir com até 75% dos custos logísticos totais no caso de *e-commerce* (KIN et al., 2018). Fica nítida, assim, a alta relevância do pilar econômico no estudo da última milha.

No que diz respeito ao pilar social, um dos pontos que a literatura aborda é o fato de que, na maioria das vezes, os entregadores encontram-se sem garantia de trabalho e sem direitos trabalhistas, como férias ou subsídio no caso de doença. Adiciona-se a isso os custos

imprevisíveis arcados pelos trabalhadores, como maior tempo em congestionamento urbano (BATES et al., 2018).

Considerando o ponto de vista ambiental da sustentabilidade, sabe-se que a deterioração do meio ambiente por conta dos gases tóxicos emitidos pelos automóveis aumentou consideravelmente nos últimos anos (LETNIK et al., 2018; VERMA, 2018). Mais especificamente em relação à etapa do transporte na última milha, a falta de sustentabilidade ambiental sobrecarrega a sociedade com custos expressivos de emissões de gases de efeito estufa, emissões de poluição, ruídos, entre tantos outros (PADDEU, 2017). Ainda, de acordo com Lazarevic et al. (2020), cerca de 30% das emissões totais de CO₂ da União Europeia vêm do transporte, das quais 72% vêm do transporte rodoviário, do qual a logística de última milha depende consideravelmente.

Portanto, um estudo aprofundado deste tema contribuirá para o conhecimento acadêmico, assim como pode ter contribuições práticas relativas à possibilidade de expansão de iniciativas ambientalmente sustentáveis na logística da última milha.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em 5 capítulos, sendo eles: introdução, fundamentação teórica, métodos, resultados e discussão, e por fim, conclusão. O primeiro contextualiza o tema, cita os objetivos do trabalho, a justificativa e a delimitação da pesquisa. No segundo capítulo encontra-se o referencial teórico, em que são expostos os principais conceitos necessários para um bom embasamento e desenvolvimento deste estudo. Já, no terceiro capítulo, é apresentado o método pelo qual esta pesquisa está estruturada e elaborada de modo que os objetivos sejam alcançados. Em seguida, no quarto capítulo encontram-se as descrições aprofundadas sobre cada barreira, organizadas em categorias, juntamente com o *framework* conceitual. E finalmente, no quinto capítulo está a conclusão deste trabalho e sugestões para futuras pesquisas.

1.5 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Conceitualmente, a definição de logística de última milha é a mesma utilizada para transporte de mercadorias e transporte público de passageiros (BOSONA, 2020). Neste trabalho, porém o foco será na logística de carga e não de passageiros. Ainda as barreiras serão

abordadas a partir da perspectiva do varejista de comércio eletrônico. Isso implica dizer que não é levado em conta aspecto da logística de cidades. Desse modo, é tratado apenas sobre o transporte de mercadorias, não de pessoas, nem sobre a logística de última milha em energia, em situações de desastres naturais e da logística de cidades.

Delimita-se ainda a última milha estudada nesta pesquisa somente ao *business-to-consumer* (B2C), não incluindo o *business-to-business* (B2B). No que diz respeito aos três pilares da sustentabilidade, nesta pesquisa é abordado apenas o pilar ambiental.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados alguns conceitos que têm como objetivo atingir a compreensão sobre o tema a ser desenvolvido neste trabalho. Sendo assim, esta fundamentação teórica está organizada em duas subseções: na primeira é abordada a sustentabilidade e, na segunda, a logística da última milha.

2.1 SUSTENTABILIDADE

O conceito de desenvolvimento sustentável ficou mais conhecido em 1987 devido às preocupações em relação ao elevado custo ambiental, como o aquecimento global e os rumores da destruição da camada de ozônio, causado pelo aumento do padrão de vida mundial. Nesse cenário, o Relatório *Brundtland* foi publicado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED). Nele, o desenvolvimento sustentável é descrito como “o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades” (WCED, 2016). De acordo com Purvis, Mao e Robinson (2019), “nos anos após a publicação do Relatório *Brundtland*, o tema ‘desenvolvimento sustentável’ se tornou o paradigma dominante do movimento ambientalista e a literatura que o considera cresceu exponencialmente”.

No contexto empresarial, Seuring e Müller (2008) apontam que os produtos sustentáveis são todos aqueles que visam produzir com uma melhor qualidade ambiental e social. Inclusive, de acordo com (GOVINDAN; BOUZON, 2018) “a crescente consciência ambiental dos clientes forçaram as indústrias a começar a pensar sobre o gerenciamento de operações ambientais”. E para que a organização possa ser considerada sustentável, ela deve atingir um desempenho mínimo nas dimensões ambiental, econômica e social – também conhecido como *triple bottom line* (ELKINGTON, 1997).

Porém, é válido notar que o termo ‘sustentabilidade’ tem uma abordagem mais antiga e extensa do que o recente conceito de *triple bottom line* (TBL). Os autores Purvis, Mao e Robinson (2019) argumentam que o termo “‘sustentabilidade’ permanece um conceito aberto com uma miríade de interpretações e entendimento específico do contexto”. Além disso, “embora os ‘três pilares’ tenham se tornado comuns em toda a literatura, eles não são universais” (PURVIS; MAO; ROBINSON, 2019).

A própria Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável, aceita por todos os Estados-Membros das Nações Unidas em 2015, é um plano que tem por objetivo trazer “a paz e a prosperidade para as pessoas e o planeta, agora e no futuro” (ONU, 2015). Mais especificamente, são 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), um deles é o de garantir padrões de consumo e produção sustentáveis. No relatório de progresso desse objetivo é levantada a questão de que “o COVID-19 oferece uma janela de oportunidade para explorar modelos de desenvolvimento mais inclusivos e equitativos sustentados por consumo e produção sustentáveis.” (ONU, 2021).

Outros objetivos que também são englobados por essa Agenda 2030 que valem a pena serem citados são a igualdade de gênero e educação de qualidade a todos. Portanto, percebe-se que se abrange mais do que os três pilares, porém, ainda assim, estão englobando o social (pessoas) e o ambiental (planeta) e o econômico (prosperidade). Entretanto, atualmente, alguns autores consideram que os conceitos de sustentabilidade e da TBL são tão relacionados que, consoante Alhaddi (2015), os dois são usados indistintamente na literatura. Portanto, neste trabalho os dois termos são considerados semelhantes.

2.1.1 Pilares da sustentabilidade

Na sua essência, a *triple bottom line* (TBL) é outro conceito que expressa a amplitude da agenda ambiental de uma forma que integra a visão econômica e social (ALHADDI, 2015; ELKINGTON, 1997; FAUZI; SVENSSON; RAHMAN, 2010). Em outras palavras, a TBL sugere que, além do desempenho econômico, as organizações precisam se engajar em afetar positivamente a sociedade e o meio ambiente (GOVINDAN; KHODAVERDI; JAFARIAN, 2013).

Além disso, as dimensões ambiental, econômica e social são frequentemente chamadas de “os três Ps”: *people*, *planet*, e *profit* ou seja, pessoas (social), planeta (ambiental) e prosperidade (econômico) (ELKINGTON, 1997). Portanto, esses são os três pilares do conceito da sustentabilidade e da *triple bottom line* (FAUZI; SVENSSON; RAHMAN, 2010). Nas subseções seguintes, é abordado mais sobre cada pilar.

2.1.1.1 *Pilar Ambiental / Sustentabilidade Ambiental*

A linha ambiental da TBL é referida por Alhaddi (2015) como “o engajamento em práticas que não comprometam os recursos ambientais para gerações futuras”. Logo, esse pilar é o que garante a proteção dos recursos do meio ambiente enquanto as atividades empresariais são realizadas.

Benites e Polo (2013) e Sanches (2000) apontam que a proteção ambiental, já no ano de 2000, era parte dos objetivos de negócios das empresas; o meio ambiente não era mais encarado como um custo extra, mas como uma estratégia de lucro, em um quadro de ameaças e oportunidades para a organização. No Reino Unido, alguns varejistas *online* em 2011 já aproveitaram a crescente preocupação com o meio ambiente e promoveram suas credenciais verdes (EDWARDS; MCKINNON; CULLINANE, 2011). Além disso, os autores Govindan e Bouzon (2018) acrescentam que “a consciência ambiental dos consumidores é uma tendência crescente, pressionando as empresas a cumprir as normas e legislações ambientais”. Logo, nota-se que a sustentabilidade ambiental é cada vez mais essencial para a sobrevivência das empresas.

Um exemplo de empresa que está com iniciativas sustentáveis é Walmart que “decidiu seriamente encontrar uma abordagem mais sustentável para seus negócios de varejo” (ALKAABNEH; DIABAT; GAO, 2020). Na prática e de forma audaciosa, a corporação definiu objetivos de longo prazo que a direcionem a “operar com energia 100% renovável, criar zero resíduos em suas próprias operações e vender produtos que sustentem as pessoas e o meio ambiente” (ALKAABNEH; DIABAT; GAO, 2020).

A poluição ambiental também é uma das preocupações primordiais das autoridades públicas (TROTT et al., 2021a). Até mesmo por isso, algumas ações práticas globais estão sendo executadas de acordo com os objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda de 2030 da ONU: “em dezembro de 2020, 40 países descreveram políticas e planos de ação de compras públicas sustentáveis, para encorajar a compra de produtos ecologicamente corretos e com eficiência energética” (ONU, 2021).

Outros objetivos já são mais especialmente ambientalistas como o de ‘tomar medidas urgentes para combater a mudança climática’, ‘conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável’ e o de ‘proteger, restaurar e promover o uso sustentável de ecossistemas terrestres’. No relatório de acompanhamento de progresso desse último objetivo é apontado o fato de que “o desmatamento

e a degradação florestal, a perda contínua da biodiversidade e a degradação contínua dos ecossistemas estão tendo profundas consequências para o bem-estar e a sobrevivência humana” (ONU, 2021). Ainda, vale citar que “mais de três bilhões de pessoas dependem do oceano para sua subsistência e mais de 80% do comércio mundial de mercadorias em volume é transportado por mar” (ONU, 2021).

2.1.1.2 Pilar Econômico

O pilar econômico refere-se ao impacto das práticas de negócios da organização no sistema econômico, aponta Elkington (1997). Concentra-se em, simultaneamente, promover o crescimento econômico da empresa e do sistema circundante, além de apoiar esse desenvolvimento para as gerações futuras (ALHADDI, 2015; SPANGENBERG, 2005). Portanto, essa linha da TBL tem o objetivo de garantir o valor econômico que o setor empresarial pode fornecer a ele mesmo e à sociedade, tanto no presente quanto no futuro.

Nos objetivos de desenvolvimentos sustentável da Agenda de 2030 da ONU, pode ser citado o objetivo que é fundamentalmente econômico: ‘trabalho decente e crescimento econômico’. Simplificadamente, o foco é “sustentar o crescimento econômico per capita de acordo com as circunstâncias nacionais e, em particular, um crescimento anual de pelo menos 7% do produto interno bruto nos países menos desenvolvidos”. (ONU, 2021)

2.1.1.3 Pilar Social

O pilar social enfoca no desenvolvimento de práticas justas para o capital humano e para a comunidade (ELKINGTON, 1997). De forma prática, Alhaddi (2015) cita que exemplos em torno do âmbito social da TBL podem incluir salários justos e cobertura de saúde para os trabalhadores. Assim, fica nítido que essa linha está intimamente relacionada à própria justiça social em si, ao que a organização pode proporcionar de bem-estar às pessoas.

O pilar social é representado nos objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda de 2030 da ONU, na meta, por exemplo, de ‘educação de qualidade’, onde o foco é “assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos”. Ou então no objetivo de ‘saúde e bem estar’, em que destaca-se a necessidade de “assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades” (ONU, 2021).

2.2 LOGÍSTICA DE ÚLTIMA MILHA

O termo “última milha” surgiu no setor de telecomunicações e refere-se ao trecho final de uma rede (LIM; JIN; SRAI, 2018). De forma similar, na cadeia de suprimentos de bens, a logística da última milha é “o último estágio da cadeia de suprimentos” (LIM; JIN; SRAI, 2018; MAKING et al., 2018).

Outra definição da última milha é que ela “é o último trecho de uma entrega de pacote *business-to-consumer* (B2C) até o destinatário final que deve receber a mercadoria em casa ou em um ponto de coleta.” (GEVAERS; VAN DE VOORDE; VANELSLANDER, 2009; LIM; JIN; SRAI, 2018). Ou seja, é o que diz respeito aos estágios finais de entrega em logística de redes, à viagem final que um pacote faz entre o depósito de pacotes local e o cliente que comprou as mercadorias (BATES et al., 2018). A logística da última milha pode também ser considerada como o processo de planejamento, execução e controle do transporte e do armazenamento eficientes e eficazes de mercadorias, a partir do pedido até o cliente final (OLSSON; HELLSTRÖM; PÅLSSON, 2019).

Outra ponderação que pode ser feita em relação à logística da última milha é que, para os consumidores, a entrega é muito benéfica, uma vez que oferece a eles conveniência e flexibilidade (LIM; JIN; SRAI, 2018). Entretanto, o panorama levantado por Baldi et al. (2019) descreve a última milha como uma das etapas mais problemáticas para gerenciar, otimizar, atuar e controlar.

Manerba, Mansini e Zanotti (2018) corroboram com esse conceito ao afirmar que a última milha está sendo conhecida como uma das partes mais caras, menos eficientes e mais poluentes de toda a cadeia de abastecimento. Ademais, há implicações extraordinárias para os fluxos de tráfego urbano, mostrando ser evidente que a logística da última milha em áreas urbanas precisa evoluir e inovar urgentemente (FINNEGAN et al., 2005).

2.2.1 Atividades

Para que a última milha seja realizada, algumas atividades precisam ser garantidas pelas empresas: a armazenagem dos produtos, a etapa do pedido do cliente, a separação dos itens vendidos, a embalagem, a entrega e o transporte do pacote até o destino final. A explicação mais aprofundada de cada atividade é desenvolvida nas próximas subseções.

2.2.1.1 Armazenagem

Inúmeras pesquisas já foram realizadas na área de armazenamento; no entanto, tais estudos focaram no conceito de armazenamento tradicional (LEUNG et al., 2018). O conhecimento da academia com foco na armazenagem necessária para atender pedidos de *e-commerce*, foco deste trabalho, é muito limitada (LEUNG et al., 2018).

Concentrando-se no que é semelhante, serão consideradas algumas características que são conhecimento geral em armazenagem. Leung et al. (2018) enuncia que: “O processo de atendimento de pedidos em depósitos inclui quatro principais etapas: recebimento de pedidos, armazenamento de pedidos, separação e embalagem de pedidos e entrega de pedidos” (LEUNG et al., 2018). Dentro desses, a etapa mais cara e trabalhosa no depósito é a separação de pedidos (ACCORSI; MANZINI; MARANESI, 2014; LEUNG et al., 2018).

Paddeu (2017) acrescenta que a demanda por novas instalações de logística e distribuição, como armazéns, centros de distribuição e depósitos de transferência, aumentou muito na Europa devido ao crescimento da globalização da produção. Inclusive, esse foi um dos fatores que levou ao surgimento de centros de consolidação de carga urbana (PADDEU, 2017). Esses centros são descritos pelos autores Nordtømme, Bjerkan e Sund (2015) como “um local próximo ao centro da cidade onde as mercadorias de fora do centro da cidade são recebidas, consolidadas e posteriormente entregues em veículos menores ou a pé em rotas designadas no centro da cidade”.

Afirma Paddeu (2017) que os centros de consolidação urbana otimizam as entregas, minimizam o uso de transportes, aliviam o congestionamento. O pesquisador ainda elucida que, para os varejistas participantes, pode ocorrer o aumento da produtividade e segurança da equipe, fornecimento de serviços de pré-venda e reciclagem de embalagens.

2.2.1.2 Pedido do cliente

A etapa do pedido do cliente no *e-commerce* é realizada diretamente pelo consumidor final. Esse pedido é feito já com a exigência e expectativa do cliente de que a loja *online* e, conseqüentemente, os seus prestadores de serviços logísticos, atendam integralmente ao que foi acordado (LEUNG et al., 2018).

É válido ressaltar que existe pouca pesquisa acadêmica abordando os problemas operacionais e gargalos com foco no tratamento de pedidos em vendas *online* (LEUNG et al.,

2018). Porém, os mesmos autores ainda relatam que é conhecimento consolidado pelos pesquisadores que os padrões irregulares de recebimento de pedidos realizados pelo *e-commerce* exigem que os prestadores de serviços logísticos sejam tão eficientes quanto possível (LEUNG et al., 2018).

2.2.1.3 *Separação de pedidos*

O tempo é limitado para o processamento de todo o pedido em centros de atendimento eletrônico, o que inclui a etapa de separação de pedidos. Mesmo assim, a atenção à separação de pedidos deve ser extrema pois, como já citado, é a etapa mais cara e trabalhosa dentro do depósito (ACCORSI; MANZINI; MARANESI, 2014; LEUNG et al., 2018).

Segundo Leung et al. (2018), o manuseio ineficiente de pedidos *online* é o principal obstáculo na expansão das empresas e também um gargalo para toda a cadeia de abastecimento do *e-commerce*. A preocupação e dificuldade aumentam pela distribuição ser orientada conforme a demanda de clientes finais (B2C) pois os pedidos *online* são recebidos sem nenhum padrão e feitos, na maioria das vezes, com o comprometimento de curtos prazos de entregas (LEUNG et al., 2018).

2.2.1.4 *Embalagem*

Nesta etapa da logística da última milha, surge uma série de fatores a serem considerados, como o tamanho do pacote, o tipo de embalagem, material e comportamentos do consumidor (ESCURSELL; LLORACH-MASSANA; RONCERO, 2021). O conjunto do peso e do volume do pacote são importantes, uma vez que influenciam diretamente no transporte (ESCURSELL; LLORACH-MASSANA; RONCERO, 2021). O tipo da embalagem e material influenciam até mesmo na escolha do cliente de adquirir por mais vezes da empresa ou não.

De acordo com García et al. (2019), 71% dos clientes que compram através do recurso *online* repetiriam a sua compra, caso o seu produto viesse com embalagens *premium*. Conforme conclui Escursell, Llorach-Massana e Roncero (2021), as corporações devem atentar-se à apresentação funcional e estética das embalagens, de forma a garantir uma experiência de compra satisfatória ao cliente.

Além de todos os aspectos supracitados, ainda destaca-se que “as remessas podem ser reembaladas para pedidos personalizados no terminal” (ESCURSELL; LLORACH-MASSANA; RONCERO, 2021).

2.2.1.5 Transporte e entrega

O transporte na última milha é a movimentação em si de mercadorias. A operação em questão é “a interface entre o *fulfillment* da última milha e a entrega da última milha” conforme Olsson, Hellström e Pålsson (2019) concluem. Os autores adicionam que essa operação desempenha um papel crucial no sistema de logística de última milha.

O transporte e a entrega da última milha estão intimamente relacionados. Os pesquisadores Olsson, Hellström e Pålsson (2019) concordam e definem que tal entrega “refere-se às atividades necessárias para a entrega física no destino final escolhido pelo receptor”. No caso, são diversas as alternativas para que ela aconteça. Uma delas é através de pontos de coleta como postos de correios, caixas de recepção, bancos; outra, mais frequente, é transportar diretamente para a casa do consumidor (MANERBA; MANSINI; ZANOTTI, 2018b).

Um crescimento extraordinário no transporte e distribuição de pacotes residenciais aconteceu nos últimos anos devido ao aumento das compras *online* (SUH; SMITH; LINHOF, 2012; VILLA; MONZÓN, 2021). E entre 2014 e 2019, as vendas através do *e-commerce* cresceram quase 300% (MUCOWSKA, 2021). Em 2020, com a pandemia, o crescimento previsto para 5 anos aconteceu em 5 meses. Essas mudanças levaram a uma “demanda significativa por propriedades logísticas” (SETTEY et al., 2021).

Atualmente, os produtos viajam pelo mundo todo e a maioria é entregue nas áreas urbanas. Nas cidades francesas, por exemplo, em média 46% do movimento total de mercadorias é referente ao B2C (VILLA; MONZÓN, 2021). Com efeito, esse detalhe sobre a entrega da última milha de compras feitas pelo *e-commerce* é levantado e considerado crítico por Leung et al. (2018). Os autores afirmam que “como os pedidos são feitos pela Internet, o *downstream* da cadeia de suprimentos do B2C consiste em um grande número de destinos desconhecidos espalhados pelo mundo”.

Com isso, o transporte na última milha está entre as etapas que mais consomem energia na cadeia de abastecimento, justamente devido ao alto número de pacotes individuais que necessitam ser entregues (HALLDÓRSSON; WEHNER, 2020). Os efeitos negativos do transporte são mais evidentes nas cidades, onde os veículos de carga contribuem com cerca de

19% do uso de energia e 21% das emissões de CO₂ (LETNIK et al., 2018). Assim, sobrevém a necessidade de ajustar as práticas de transporte de última milha (KAPSER; ABDELRAHMAN, 2020b).

2.3 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA LOGÍSTICA DE ÚLTIMA MILHA

A sustentabilidade ambiental abordada nesta pesquisa é um dos pilares da sustentabilidade, cujo princípio norteador é cuidar e proteger o meio ambiente para tornar possível a qualidade de vida para a geração atual e futuras (GLAVIČ; LUKMAN, 2007). Com esse pensamento em mente, foram identificadas soluções ambientalmente sustentáveis para os processos de última milha detalhados a seguir.

2.3.1 Definição

Como descrito pelo *Global Reporting Initiative* (GRI) “a dimensão ambiental de sustentabilidade se refere aos impactos da organização em sistemas naturais vivos e não vivos, incluindo terra, ar, água e ecossistemas” (GRI 301, 2016, p.4). De forma prática, o GRI também caracteriza as empresas como ambientalmente sustentáveis de acordo com algumas condutas, como a utilização de produtos ou embalagens recuperados, redução dos requisitos energéticos de produtos e serviços, redução de emissões diretas de gases de efeito estufa (GRI, 2016).

Sendo assim, na logística de última milha, existem algumas soluções que atendem a esses requisitos. Uma delas é o veículo elétrico, utilizado na etapa do transporte do pacote, que se caracteriza por ser um deslocamento de zero emissões atmosféricas (VERMA, 2018). Diversas outras são apresentadas a seguir.

2.3.2 Importância

A sustentabilidade ambiental na logística de última milha é um tema que interessa tanto às autoridades públicas quanto às comunidades, visto que os primeiros buscam reduzir emissões e os últimos lutam por um ambiente habitável (TROTT et al., 2021a). Para isso, ambos necessitam de uma redução da poluição do ar, bem como do tráfego rodoviário (TROTT et al., 2021a). Ademais, também é essencial para os provedores de serviços de logística (LSP) já que

eles “são confrontados com importantes implicações econômicas causadas por processos de entrega ineficientes” (TROTT et al., 2021a).

Porém, ainda assim e mesmo com a urgência de vários *stakeholders* envolvidos, as divergências de ideias ao redor deste tema são muitas. Em geral, os atores da logística e do transporte de carga enfrentam uma pressão cada vez maior para minimizar o impacto climático de suas operações e se tornarem mais sustentáveis do ponto de vista ambiental (WEHNER, 2018).

Porém, enquanto as soluções não são implementadas, a demanda por veículos de entrega para transpor a última milha em direção aos clientes realmente aumenta mais e mais. Concomitantemente a ela, as consequências como congestionamento e impacto negativo na saúde, meio ambiente e segurança (SCHWERDFEGER; BOYSEN, 2020).

2.3.2 Soluções

Um dos meios de aumentar a sustentabilidade ambiental é reduzir do consumo de energia no setor de transporte de carga (WEHNER, 2018). Por isso, atualmente, o foco dos planejadores urbanos está mais em ciclistas e pedestres do que em automóveis. Esse é um dos motivos pelos quais muitos novos conceitos de última milha têm sido introduzidos nos últimos anos, como até mesmo a bicicleta de carga (DYBDALEN; RYENG, 2021; SCHWERDFEGER; BOYSEN, 2020). Alguns autores já trazem soluções a partir de modelos de entregas inovadores como entrega colaborativa, centros de consolidação urbana, entregas fora do horário, envio coletivo, auto coleta e soluções de *hub* são comumente abordadas na literatura (DOLATI NEGHBADI; EVRARD SAMUEL; ESPINOUSE, 2019; TROTT et al., 2021a).

Algumas dessas estratégias como a do *Crowdsourcing* (entrega através do movimentos de cidadãos), por exemplo, já apresentam diversas vantagens, entre elas estão redução de congestionamentos, ruído e emissões de poluentes (GIRET et al., 2018). Empresas, como a Amazon Flex e a UberEATS, já começaram a experimentar esse modelo logístico. No entanto, em pequena escala e com foco em entregas expressas, não como o seu padrão de entrega. (QI et al., 2018).

Além disso, os autores adicionam que “esses benefícios podem dobrar seu valor quando são selecionados veículos ecológicos, tais como: bicicleta, veículos eletrônicos, caminhada”. Afinal, o uso flexível de bicicletas de carga por si só tem o seu benefício ambiental:

permite a entrega eficiente de mercadorias em áreas urbanas congestionadas, com emissões zero (DYBDALEN; RYENG, 2021).

Os veículos autônomos também são considerados veículos ecológicos e capazes de moderar os custos, nível de emissão e o tempo de trabalho (GRUŽAUSKAS; BASKUTIS; NAVICKAS, 2018). Eles circulam em calçadas e ruas e têm o potencial de revolucionar o mercado de entrega de pacotes da última milha e de diminuir as emissões (KAPSER; ABDELRAHMAN, 2020a; LIU et al., 2021). Portanto, podem ser definidos como uma alternativa de transporte mais sustentável, eficiente e focada no cliente (KAPSER; ABDELRAHMAN, 2020a).

Outro método de logística de última milha sustentável ambientalmente que foi sugerido por Brotcorne et al. (2019) é os operadores de entrega de última milha tradicionais e verdes compartilharem as demandas dos clientes para obter alta qualidade de serviço e baixas emissões, e concomitantemente, a eficiência operacional e altas margens de lucro.

Existem, ainda, as baias de compartimento em conjunto com caminhadas ou carrinhos. Mais especificamente são locais físicos dentro das áreas urbanas onde os veículos podem parar. Desse modo, as operações de carga, descarga e distribuição de última milha são realizadas sem interromper o fluxo do tráfego. Entre o estacionamento e o cliente final, as entregas são feitas a pé (para pacotes leves) ou com carrinhos (para mercadorias pesadas) (LETNIK et al., 2018).

No que se refere ao impacto ambiental, esse modelo de entrega é visto com economias admiráveis em termos de tempo de viagem de veículos de carga e consumo de energia, em comparação ao cenário de entregas tradicionais. Com efeito, o tempo gasto no transporte utilizando os veículos reduz bastante, já que as entregas são feitas em conjunto com carrinhos e a pé. Com isso, as emissões de CO₂ e o consumo de combustível também diminuem. Como resultado, o congestionamento e o ruído também reduzem (LETNIK et al., 2018).

Além disso, há a opção de entrega pelos armários de pacotes, tanto fixos, quanto móveis. Os armários de pacotes fixos, são como posicionados de forma permanente em áreas bem movimentadas, normalmente. Eles armazenam as encomendas para serem recolhidas pelos clientes, e, geralmente, existe a opção de enviar as encomendas também. Dessa forma, a pessoa tem a alternativa de adequar a coleta ou entrega dos produtos na sua rotina. Por isso, esse método de entrega é muito selecionado por destinatários que, muitas vezes, não estão em casa durante os horários de serviços tradicionais. (SCHWERDFEGGER; BOYSEN, 2020)

Os armários móveis de pacotes têm a mesma estratégia de entrega: coleta pelo consumidor. No entanto, podem mudar de localização ao longo do dia, de forma autônoma ou

movidos por um motorista humano. Em alguns horários, eles podem estar perto dos principais pontos de acesso do transporte público e, em outros, estarem estacionados no centro da cidade. Tudo isso transforma a última milha em uma entrega mais flexível, além de aumentar o alcance de pessoas quando comparado ao fixo. (SCHWERDFEGER; BOYSEN, 2020)

Existem ainda, os pontos de coleta em si, que seguem o conceito semelhante ao armário de pacotes. No entanto, o local de recolha é variável, podem ser quiosques, postos de combustível, lojas, entre outros. Essa é, inclusive, uma alternativa para entregas de produtos de e-mercearia. Com ela, a rotina de entrega e o grau de utilização do veículo são otimizados, e ainda podem estar disponíveis à noite, quando o tráfego é reduzido. Logo, esta alternativa é ambientalmente sustentável. É válido notar que, como são produtos frescos, o local de recolha precisa cumprir condições e regulamentos especiais de armazenamento (GATTA et al., 2021).

Outra abordagem de logística inovadora é a coleta e entrega de mercadorias à noite. Com a movimentação dos pacotes até o destinatário sendo realizada fora do horário de pico e, mais especificamente, à noite, a sustentabilidade da logística de última milha é aumentada. Já que essa mudança de horário, tem potencial de reduzir o consumo de combustível e as emissões de CO₂ em cerca de 20% (BOSONA, 2020).

Além dessas que já foram apresentadas, os drones também são uma opção para a entrega de pacotes da última milha. Como eles são veículos elétricos, são considerados um meio de transporte ecologicamente correto. Os drones são uma das tecnologias mais intensamente estudadas em logística atualmente. Através de recursos tecnológicos, combinam as necessidades da indústria com as da sociedade: autonomia, flexibilidade e agilidade. Algumas empresas, como a Amazon, estão atentas a essas exigências do consumidor e testam os drones com a intenção de reduzir o custo total e aumentar a satisfação do cliente ao trazer rapidez às entregas (KIRSCHSTEIN, 2020).

Por fim, nos últimos anos, os veículos elétricos estão em destaque no mercado e se tornaram estratégicos para empresas como FedEx, General Electric e Coca-Cola (REZGUI et al., 2019; VERMA, 2018). Isso porque eles se caracterizam por ter zero emissões de combustível, pela liberdade em relação ao petróleo e aos avanços na tecnologia de bateria (VERMA, 2018).

3 MÉTODOS

Os procedimentos metodológicos necessários para a execução deste trabalho são descritos neste capítulo. No primeiro tópico, a pesquisa foi caracterizada. E, no segundo, são expostas as etapas seguidas com vista a alcançar o objetivo deste estudo.

3.1 CARACTERIZAÇÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA

O presente estudo é caracterizado como uma pesquisa científica. Sendo assim, é categorizado segundo os critérios: área, objetivos, abordagem e método.

Quanto à área de pesquisa, este trabalho está enquadrado dentro da área de Engenharia de Produção. A subárea do trabalho se encontra em dois campos: Logística e Engenharia da Sustentabilidade mais especificamente, desenvolvimento sustentável.

Quanto aos objetivos é exploratória, já que o tema ainda está sendo explorado na literatura, e busca-se ter maior familiaridade no assunto (SELLTIZ; COOK; WRIGHTSMAN, 1974). Quanto à abordagem, caracteriza-se de forma qualitativa. GODOY (1995) explica que a pesquisa qualitativa é o estudo de um fenômeno que pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, e precisa ser desenvolvido numa perspectiva integrada. E, por fim, quanto ao método, caracteriza-se como uma revisão sistemática de literatura.

3.2 ETAPAS DE PESQUISA

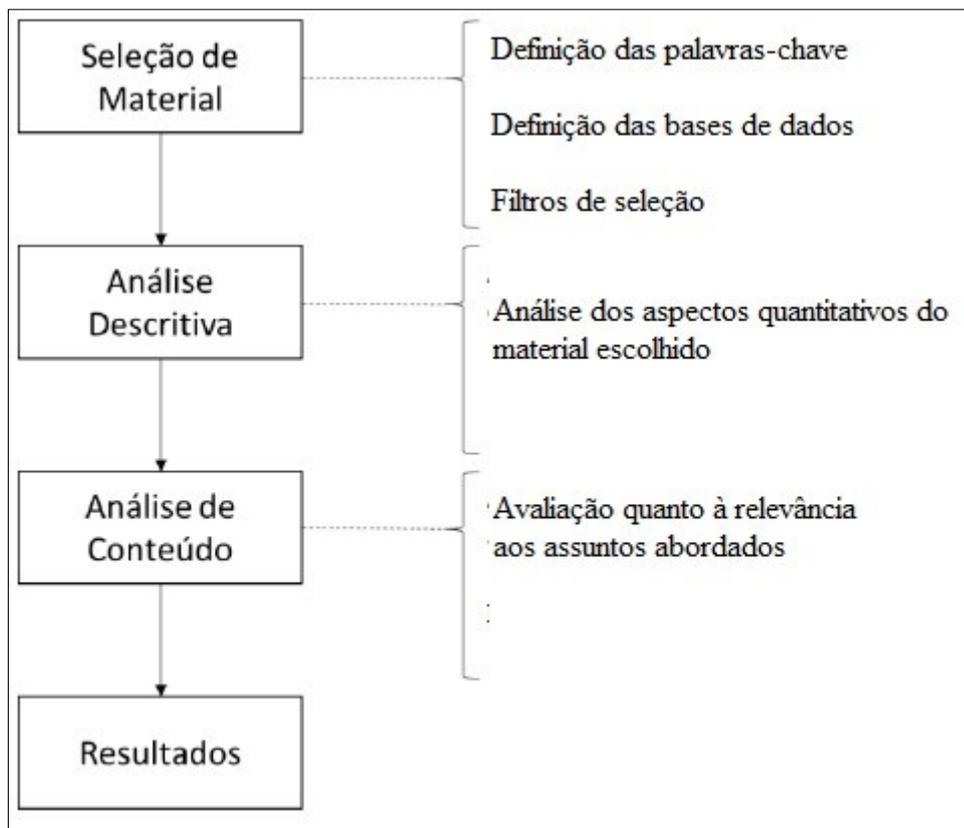
O método selecionado para alcançar os objetivos propostos neste trabalho é a Metodologia para Itens de Relatório Preferenciais para Revisão Sistemática e Metanálise (PRISMA), em especial o passo do diagrama de fluxo para estruturar pesquisas. Essa metodologia foi desenvolvida por Moher et al. (2010) e executada neste estudo através das etapas já propostas por Uhlmann e Frazzon (2018) e Silva et al. (2020).

Em conjunto com o método PRISMA, a presente monografia seguiu os procedimentos de uma revisão sistemática de literatura, baseado em Govindan e Bouzon (2018) e De Borba *et al.* (2020), conforme demonstrado na Figura 1. Os autores descrevem a revisão sistemática da literatura como um método sistemático, explícito, abrangente e reproduzível que tem o objetivo de identificar, avaliar e interpretar as pesquisas acadêmicas já existentes (GOVINDAN; BOUZON, 2018). Nesse contexto, Coutinho *et al.* (2019) categorizam que a revisão de

literatura geralmente tem objetivos como: resumir a pesquisa existente; fornece uma visão geral e crítica de um portfólio bibliográfico em relação a um tópico; e por fim, identificar o conteúdo conceitual contribuindo para o desenvolvimento teórico do campo.

Assim, a estruturação proposta auxilia na assertividade e proporciona uma maior validade acadêmica para esta pesquisa.

Figura 1- Etapas da pesquisa



Fonte: Adaptado de Govindan e Bouzon (2018) e De Borba *et al.* (2020)

A macro-etapa de seleção de material está apresentada a seguir. Já a análise descritiva e de conteúdo e os resultados foram desenvolvidos no próximo capítulo.

3.2.1 Seleção de material

Primeiramente, para um maior entendimento do tema foi desenvolvida uma varredura horizontal da literatura. As bases de dados utilizadas neste momento foram a *Google Scholar* e *Scopus* com os assuntos principais envolvendo os conceitos *Last mile* e Sustentabilidade.

Após a consolidação de ideias abrangentes, o estudo avançou para um nível de maior aprofundamento no tema: as palavras-chave foram selecionadas. A combinação de busca foi resumida no Quadro 1.

Quadro 1 - Comando de busca

"last mile" OR "last-mile"	logistic* OR "supply chain*"	sustainab* OR "carbon emission" OR "carbon footprint" OR "gas emission" OR "greenhouse gas" OR "greenhouse gases" OR "environmental" OR "CO2 emission" OR "green"	barrier OR impediment OR challenge OR obstacle OR hindrance OR problem
----------------------------	------------------------------	---	--

Fonte: Autora

Neste caso, as bases de dados *Scopus* e *Web of Science (WoS)* foram estabelecidas para dar seguimento à pesquisa proposta. O filtro definido para apurar as leituras que tratam do tema em voga foi o tipo de documento: somente artigos e revisões. Assim, retirando os que estavam duplicados, o resultado foi de 100 documentos. Com a seleção inicial feita, os títulos e resumos de cada um foram lidos e devidamente analisados conforme os critérios de inclusão e exclusão de documentos. Esses critérios foram baseados em Liao et al. (2017) e estão resumidos no quadro 2.

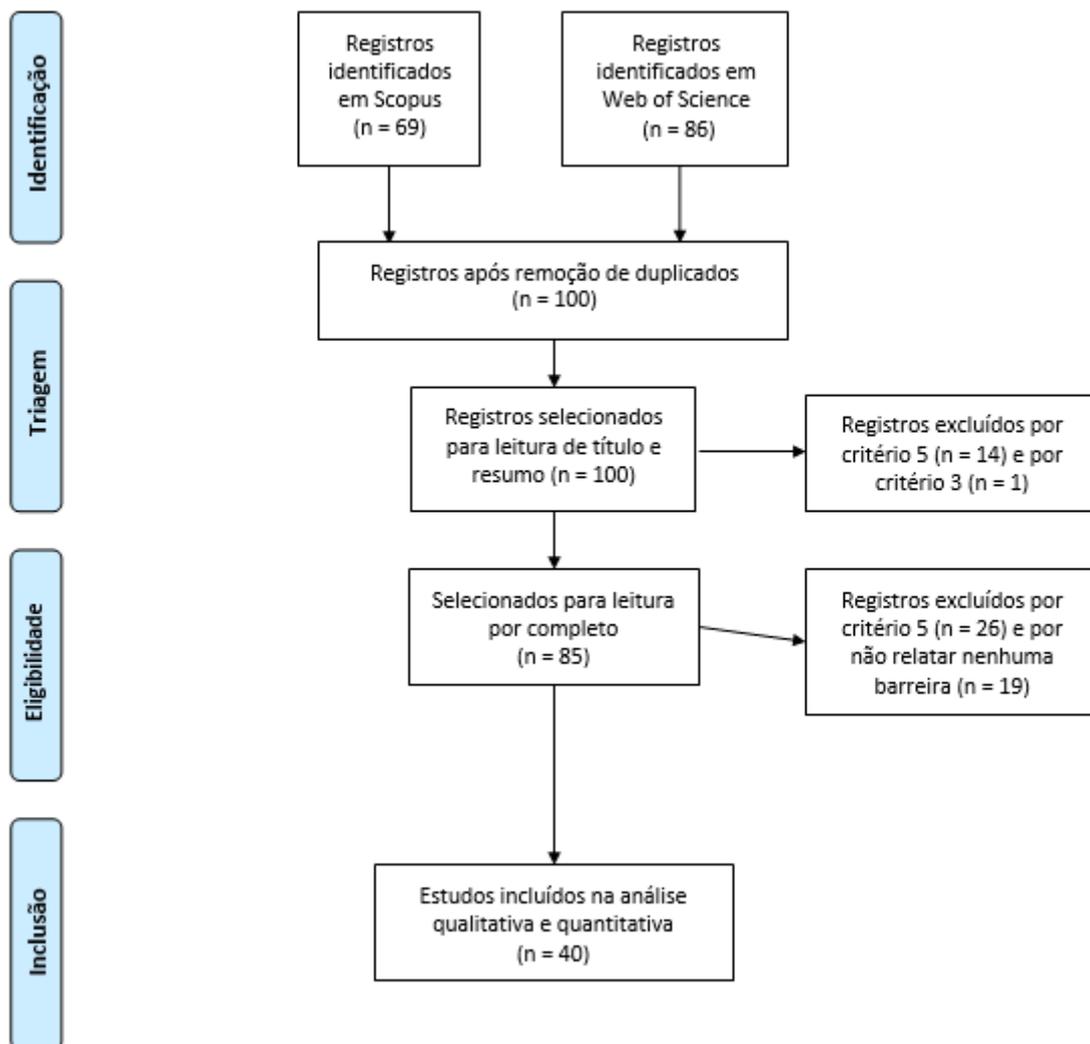
Quadro 2 - Critérios de inclusão e exclusão

I/E	Critério	Identificação	Explicação
Inclusão	Intimamente relacionado	1	A pesquisa realizada neste artigo tem foco explícito e específico em sustentabilidade na logística da última milha no contexto organizacional
Exclusão	Literatura em inglês	2	O documento possui apenas o título, o resumo e as palavras-chave em inglês, mas não o texto completo.
	Sem texto completo	3	Documento sem texto completo para ser avaliado
	Não relacionado	4	Documentos que não possuíam cunho acadêmico (notícias de revistas, websites etc.)
	Vagamente relacionado	5	Um artigo não se concentra na revisão, pesquisa, discussão ou solução de problemas da logística da última milha ambientalmente sustentável no contexto organizacional

Fonte: Adaptado de Liao et al. (2017)

Sendo assim, uma exclusão inicial de 14 documentos foi concluída pelos conteúdos estarem “vagamente relacionados” e de 1 documento por estar “sem texto completo”. A seleção foi adotada desta maneira com o intuito de filtrar pesquisas que tratam da sustentabilidade ambiental na logística de última milha no contexto organizacional. Com isso, o resultado foi de 85 documentos escolhidos para leitura por completo para uma avaliação mais aprofundada através dos critérios. Tais etapas estão ilustradas no diagrama de fluxo na Figura 2.

Figura 2 – Etapas metodologia Prisma



Fonte: Adaptado de MOHER et al. (2010)

Por fim, após a leitura completa, foram excluídos 26 documentos pelo critério 5 e 19 por não relatarem nenhuma barreira. Ou seja, como visto na Figura 2, 40 documentos foram selecionados para alcançar os objetivos desta pesquisa. Posteriormente, foram executadas as análises qualitativa e quantitativa que estão descritas na sub-seção seguinte.

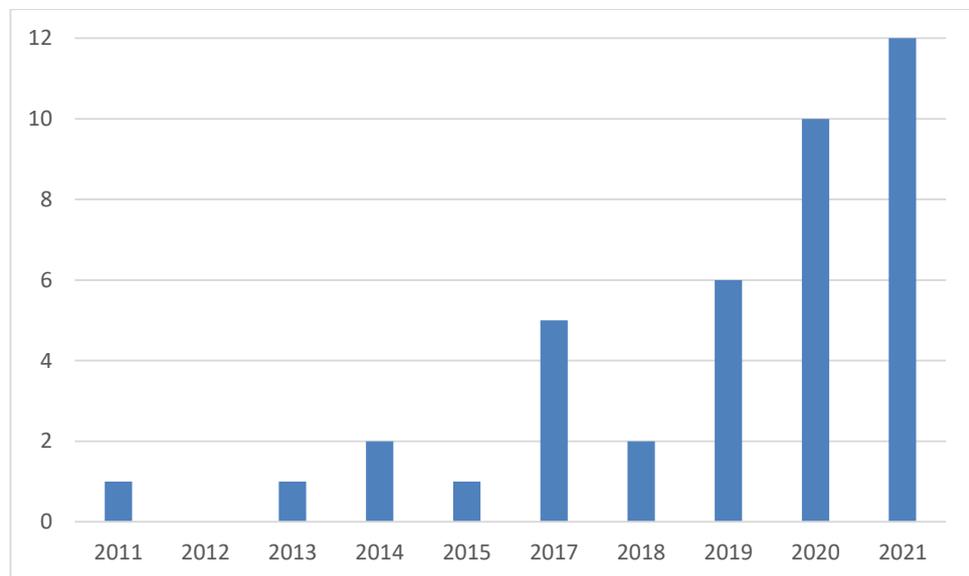
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, é apresentada uma análise descritiva da literatura selecionada e uma síntese das barreiras para implementação de uma última milha ambientalmente sustentável encontradas na literatura selecionada. Sendo assim, a seguir, tem-se a descrição aprofundada das características da literatura em que serviram como base para este trabalho a fim de alcançar os resultados. Em seguida cada barreira é discutida, de forma detalhada. Por fim, um *framework* conceitual é exposto com o intuito de resumir visualmente o conteúdo.

4.1 ANÁLISE DESCRITIVA

Para avaliar os dados quantitativos desta pesquisa foi executada uma análise descritiva com os 46 documentos filtrados conforme os critérios. Para isso, analisou-se quanto ao ano de publicação das obras, número de citações e países em que os dados foram coletados para as pesquisas.

Gráfico 2 - Documentos selecionados x ano de publicação

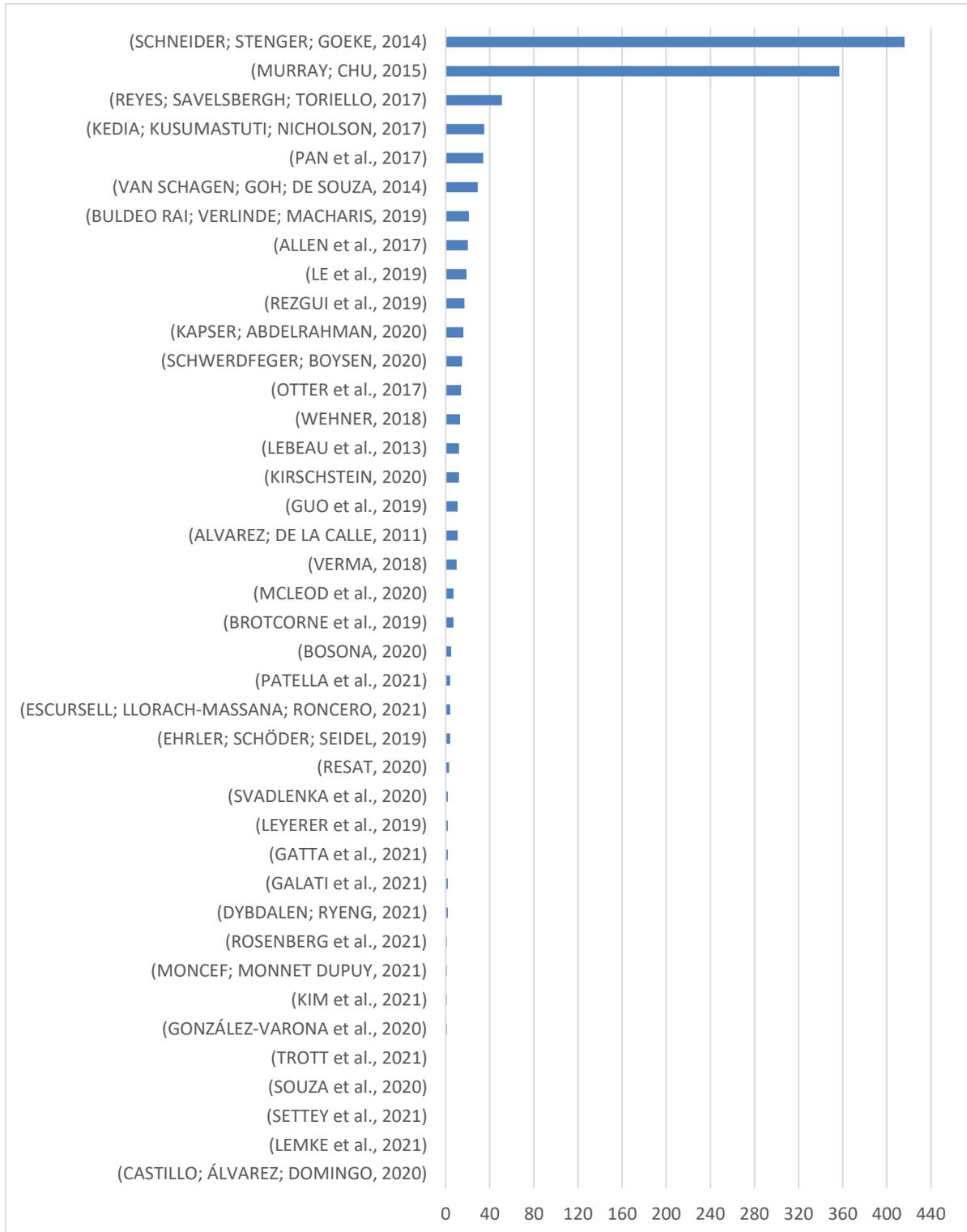


Fonte: Autora

Através do Gráfico 2, percebe-se que a área de estudo está crescendo exponencialmente. Além disso, é nítido que os resultados desta pesquisa estarão baseados em documentos muito recentes, sendo 12 deles do ano de 2021, dentro do total de 40. É extremamente válido notar que o mês de seleção dos artigos foi junho de 2021. Ou seja, o ano

não havia finalizado, o que destaca mais ainda a quantidade de documentos que já tinham sido publicados em 2021.

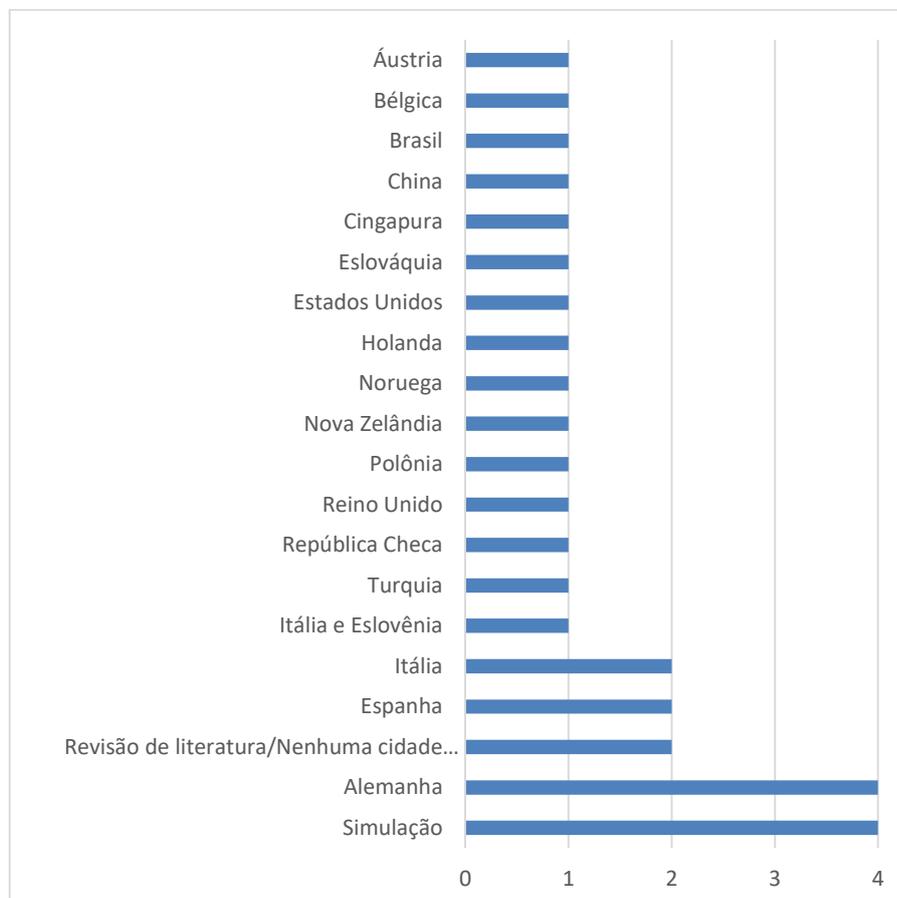
Gráfico 3 – Citações por documento



Fonte: Autora

Em consonância com a primeira análise, o gráfico 3 demonstra o quanto o assunto desta pesquisa ainda está se desenvolvendo. Existem muitos documentos com poucas citações, alguns até mesmo com nenhuma. Porém, neste caso, isso não desclassifica a importância e validade dessas publicações, já que são muito recentes e não tiveram tempo hábil de serem citados. Ainda, fica claro a contribuição que os autores Schneider, Stenger e Goeke (2014) trazem para a literatura, sendo citados 416 vezes. E na sequência, Murray e Chu (2015) com 357 citações também demonstra o seu marco acadêmico.

Gráfico 4 – Países por número de documento



Fonte: Autora

O Gráfico 4 ilustra a quantidade de documentos *versus* os países em que os dados foram retirados. Esta terceira análise é interessante pois demonstra a universalização dos documentos desta monografia. Ademais, como pode-se notar, este tópico de pesquisa interessa aos pesquisadores do mundo todo.

Ainda, identifica-se que a maioria dos documentos, 12 dos 40, não especificam a origem dos seus dados. Já dentro dos estudos que informaram, pode-se verificar que os dados

foram retirados de 18 países e que os mais estudados são a Alemanha, com 5 documentos ao total, e a Itália, com 3. Por fim, nota-se que o uso de cidades modelos está em alta entre os pesquisadores através da simulação, tendo 4 estudos dentro do portfólio deste trabalho.

4.2 ANÁLISE CONCEITUAL - BARREIRAS

Nesta seção são apresentadas as barreiras levantadas na literatura selecionada sobre a sustentabilidade ambiental na logística da última milha.

É válido esclarecer que o que foi considerado como barreira neste trabalho, ou seja, o que foi identificado nos textos do portfólio, é baseado no conceito utilizado por Bouzon (2015): são impedimentos ou desafios que dificultam ou, até mesmo, inviabilizam o sucesso de um objetivo. No caso, as barreiras são desafios que as empresas enfrentam para implementar ações efetivas em direção à sustentabilidade ambiental. Muitas delas podem ser encontradas em pesquisas científicas, desenvolvidas por pesquisadores com a finalidade de criar subsídios para as organizações criarem estratégias concretas de cuidado com o meio ambiente.

Assim, 39 barreiras foram localizadas no conjunto de artigos que fizeram parte do portfólio desta pesquisa. Em seguida, elas foram organizadas conforme as etapas da logística da última milha. Mais especificadamente, nas seguintes quatro categorias: ‘gestão’, ‘armazenagem, separação de pedidos e embalagens’, ‘transporte’ e ‘entrega’. Esse agrupamento foi uma adaptação baseada no artigo de Olsson Hellström e Pålsson (2019).

4.2.1 Gestão

O desempenho positivo de sustentabilidade ambiental da logística de última milha nas cidades pode ser aumentado com inovações na gestão, como pelo meio da adoção de colaboração (BOSONA, 2020). Um exemplo a ser citado é a iniciativa de um centro de consolidação urbana, o qual é utilizado como ambientalmente favorável já que diminui o tráfego urbano, ou seja, diminui a combustão e gases emitidos. No entanto, esse meio logístico só terá sucesso se todas as empresas envolvidas utilizarem a alternativa para enviar e trazer suas mercadorias. Por certo, se esses usuários potenciais não despacharem seus pacotes através do centro, a viabilidade econômica do projeto será seriamente prejudicada (ÁLVAREZ; DE LA CALLE, 2011). Ou seja, para que esse centro de consolidação urbana continue funcionando e evitando emissões de gases, é necessário que as empresas se comprometam a utilizá-lo. Caso

contrário, o centro não irá se manter financeiramente e irá fechar. (G1 – Baixo comprometimento das empresas em despachar os seus pacotes pelo centro de consolidação urbana).

Efetivamente, o objetivo de usar um centro de distribuição (CD) na logística de última milha é tanto a redução dos custos quanto por considerações ambientais, como congestionamento de tráfego e emissões de GEE. Contudo, as duas motivações nem sempre andam juntas. Aliás, em algumas situações o gestor pode se encontrar escolhendo entre uma ou outra. Os ideais ambientais nem sempre são a prioridade quando as empresas avistam esse paradigma lucro *versus* meio ambiente (GUO et al., 2019). (G2 – Falta de priorização das questões ambientais nas decisões gerenciais.)

A grandiosidade dessa decisão é tamanha que quando o modelo de entrega é com o uso de *drones*, por exemplo, as emissões de carbono poderiam ser reduzidas em 93,1% e a pontuação de sustentabilidade total do sistema aumentada em 502,7%, de acordo com o critério do autor Resat (2020). No entanto, para que isso aconteça, muito dinheiro a mais teria que ser gasto: cerca de 0,15 a 3,68 milhões de euros (RESAT, 2020).

Existe ainda a realidade de que algumas práticas ambientalmente sustentáveis de entrega mesmo sendo bem-sucedidas em algumas cidades podem não ter sucesso em outras (ÁLVAREZ; DE LA CALLE, 2011; BOSONA, 2020; ROSENBERG et al., 2021). De fato, comunidades diferentes têm necessidades diferentes (ROSENBERG et al., 2021). O êxito das condutas depende das condições geográficas, dos hábitos dos cidadãos e da motivação e eficácia das empresas envolvidas (ÁLVAREZ; DE LA CALLE, 2011; BOSONA, 2020). Sendo assim, essas particularidades de cada situação, em específico, a cultura local é uma barreira para a propagação de práticas ambientalmente favoráveis. (G3 – Falta de uma cultura local que valorize a sustentabilidade ambiental.)

Um exemplo disso é o que acontece em Christchurch, na Nova Zelândia, onde as pessoas culturalmente dependem muito de carros. Isso é um verdadeiro desafio para a sustentabilidade ambiental, especialmente para a entrega por armário de pacote. Já que o seu conceito ambiental é baseado na busca de pacotes à pé ou de bicicleta pelos clientes. Para sustentar esse ideal, é necessário encorajar as pessoas de cidades como essa a caminharem ou andarem de bicicleta para acessar os armários de pacotes. Ir de carro até eles, faz com que esse modelo logístico de entrega perca a sua essência, e se torne menos ambientalmente (KEDIA; KUSUMASTUTI; NICHOLSON, 2017).

Outra barreira destacada pela literatura é a falta de confiança. Dois exemplos práticos são os seguintes modelos de última milha: a colaboração em logística urbana (coleta, consolidação e entrega compartilhada) com os riscos de inteligência competitiva e a entrega através de *crowd-shipping* em que a privacidade e a confiança dos clientes e dos remetentes é colocada em questionamento. Ambos são ambientalmente sustentáveis e estão com essa dificuldade na gestão.

Referente à colaboração em logística urbana, a confiança é essencial pois esse método logístico depende do envio de informações (seja para um 3PL coordenador ou por meio de uma plataforma colaborativa) que são então processadas para apoiar os processos de entrega urbana. (VAN SCHAGEN; GOH; DE SOUZA, 2014). A ameaça em questão é relacionada ao compartilhamento e divulgação de informações confidenciais, muitas vezes até com os concorrentes, o que pode levar a perda de vantagem competitiva. O vazamento de informações pode trazer consequências como o roubo de profissionais especialistas e a perseguição de clientes. Isso é uma preocupação que impede algumas empresas a considerarem entrar nesse método de logística de última milha, principalmente as menores que se afligem com os grandes rivais (VAN SCHAGEN; GOH; DE SOUZA, 2014). Portanto, o medo dos gestores da empresa de que ocorra um possível vazamento de informações impede o uso da colaboração em logística urbana (coleta, consolidação e entrega compartilhada) e, dessa forma, impede a implementação dessa prática ambientalmente sustentável. (G4 – Medo de vazamento de informações confidenciais impede o uso da colaboração em logística urbana)

A confiança também é imprescindível no desenvolvimento de serviços de *crowd-shipping* (CS) (GUO et al., 2019). Os remetentes precisam ter a convicção de que seus pacotes serão entregues no prazo e sem danos. Já os motoristas parceiros querem saber se não estão transportando produtos perigosos ou ilegais. Ainda mais que esses trabalhadores não são funcionários de uma empresa, e assumem sua própria responsabilidade na entrega de solicitações de CS (GUO et al., 2019; LE et al., 2019). Portanto, a falta dessas certezas que transmitem a desejada confiança, tanto do lado da demanda quanto do lado da oferta, é uma barreira para a implementação desse modelo de última milha ambientalmente sustentável.

Por último, mas tão importante quanto, o obstáculo enfrentado por gestores é o próprio consumidor. Nesse sentido, o crescimento do comércio eletrônico e a possibilidade de receber as mercadorias em questão de horas após o pedido ter sido feito, colocou pressões consideráveis sobre a indústria de logística (ALLEN et al., 2017). Geralmente, os compradores preferem a solução de logística mais rápida e conveniente (WEHNER, 2018). (G6 - O desejo dos clientes

por entregas expressas e as exigências de prazos exatos de tempo de recebimento impedem a consolidação de carga efetiva.)

Quando o assunto é prazo de entrega a escolha dos compradores é amanhã, depois de amanhã ou até três dias. Inclusive, a preferência diminui à medida que os prazos de entrega aumentam. Chega a ser incômodo ao consumidor quando o prazo de entrega tem um mínimo de cinco dias, mesmo com a possibilidade de escolher livremente uma data de entrega respeitando a condição. (BULDEO RAI; VERLINDE; MACHARIS, 2019). Entretanto, com essas ofertas de janelas de tempo estreitas, o sistema logístico fica sobrecarregado porque a possibilidade de agregação da demanda reduz muito. Mais especificamente, o nível de consolidação dos veículos de carga diminui grandiosamente (PATELLA et al., 2021). Com isso, mais transporte é necessário, alguns até com espaços vazios que poderiam ter sido utilizados caso existisse a flexibilização nos horários e, conseqüentemente, na consolidação da carga.

Essas práticas logísticas ineficientes são uma tentativa das operadoras de honrar os acordos de serviço e satisfazer o cliente (ALLEN et al., 2017). Porém, o resultado ambiental negativo é alto com a ineficiência energética gerada (WEHNER, 2018). Sendo assim, o aumento da demanda por entregas expressas e as exigências de prazos exatos de tempo de recebimento transformam os consumidores finais como um dos principais responsáveis por grande parte do consumo de energia na última milha da cadeia de fornecimento (WEHNER, 2018). Já que impede uma maior consolidação de carga, que minimizaria o uso do transporte e reduziria o tráfego e as emissões causadas por ele.

Ainda de acordo com a pesquisa feita por Buldeo Rai, Verlinde e Macharis (2019), as características que o consumidor mais valoriza são: preço de entrega (53,47 %), possibilidade de devolução (20,21 %), prazo de entrega (13,67 %) e recepção da entrega (12,64 %). Dessa forma, os varejistas muitas vezes proporcionam a entrega grátis ou oferecem opções de entrega com uma ampla gama de janelas de tempo para aumentar as vendas online e atender às expectativas dos consumidores (ALLEN et al., 2017; PATELLA et al., 2021). Entretanto, quando entregas sem custos são oferecidas, os consumidores são encorajados a comprar mais vezes - já que para ele não é necessário o esforço de consolidar o seu pedido - e, assim, o uso do transporte acaba sendo incentivado pois em vez de um pedido ser entregue uma vez na mesma residência, dois ou mais pedidos são entregues (WEHNER, 2018). No âmbito de sustentabilidade ambiental, isso tem conseqüências diretamente negativas, já que mais

transporte sendo utilizado representa mais emissões e ruídos, por exemplo. (G7 - Entrega gratuita gera mais transporte).

Existe ainda, um modelo de entrega que depende muito da aceitação do consumidor em renunciar à conveniência, especificamente de receber pacotes diretamente em casa. É a entrega através do ponto de coleta e entrega. Porém, na Holanda, por exemplo, a maioria dos clientes ainda não está preparada para ceder o luxo de receber os produtos em casa e ter a obrigação de ir buscá-los (ROSENBERG et al., 2021). (G8 – Clientes não aceitam ceder ao luxo de receber os produtos na residência em troca de buscá-los em pontos de coleta.)

Na verdade, os compradores muitas vezes não têm conhecimento das consequências de suas escolhas de meio de entrega, em relação às emissões de GEE. Todavia, é fato que o comportamento dos consumidores finais impulsiona na permanência de meios de entrega que consomem mais energia nos transportes. Isso acontece mesmo que eles não percebam ou até desprezem o seu impacto no consumo de combustível (WEHNER, 2018). (G9 – Falta de informação ao consumidor sobre as consequências das suas escolhas de meios de entrega.)

O comprador deveria ser informado sobre o impacto de seu comportamento e as informações sobre a pegada de CO₂ do transporte também poderiam estar disponíveis (WEHNER, 2018). Ainda mais que o conhecimento é um importante preditor do comportamento do consumidor verde. Muitos consumidores realmente desconhecem o impacto ambiental das entregas, mas estão dispostos a escolher alternativas sustentáveis quando os impactos negativos são explicados. Posto isso, possivelmente, os clientes podem ser convencidos a fazer escolhas mais sustentáveis. (BULDEO RAI; VERLINDE; MACHARIS, 2019).

No entanto, os consumidores não pagam a mais pelo fato de as entregas com veículos elétricos ou bicicletas de carga, por exemplo, serem mais sustentáveis do que as vans de entrega padrão. Como já esclarecido, o atrativo mais importante para os consumidores é o preço de entrega. “Criar uma oferta de última milha que seja atraente e sustentável requer investigar as compensações que os consumidores fazem de maneira mais detalhada”. (BULDEO RAI; VERLINDE; MACHARIS, 2019). (G10 – Consumidor não está disposto a pagar mais pela entrega sustentável ambientalmente.)

Portanto, abaixo segue o quadro 3, onde estão listadas as barreiras referentes a etapa de gestão, com a sua descrição individual, classificação (entre interna ou externa), e por fim, os autores dentro do portfólio que relataram sobre ela.

Quadro 3 - Barreiras na etapa 'gestão'

Cat.	Barreira	Descrição	Class.	Autores
G1	Baixo comprometimento das empresas em despachar os seus pacotes pelo centro de consolidação urbana	Com isso, a viabilidade econômica é prejudicada e o centro de consolidação urbana é fechado. Ou seja, as emissões que esse método logístico evitaria, continuam poluindo o meio ambiente.	Interna	Alvarez; De La Calle, 2011
G2	Falta de priorização das questões ambientais nas decisões gerenciais.	Questões ambientais, diante do lucro, não são prioridades para a gerência. Ex: em um estudo de caso, o uso de drones poderiam aumentar em 93,1% a sustentabilidade ambiental, mas para isso, teria-se que gastar cerca de 0,15 a 3,68 milhões de euros.	Interna	Guo et al., 2019; Resat, 2020
G3	Falta de uma cultura local que valorize a sustentabilidade ambiental.	Hábito dos cidadãos de usar carros e não bicicletas e a falta de motivação das empresas em implementar ações de sustentabilidade ambiental. Ex: pessoas de certa região têm grande dependência de carro e vão buscar as suas mercadorias no armário de pacote de carro em vez de ir a pé ou de bicicleta - e assim, o tráfego não diminui e nem as consequências ambientais trazidas por ele.	Externa	Alvarez; De La Calle, 2011; Bosona, 2020; Rosenberg et al., 2021; Kedia; Kusumastuti; Nicholson, 2017.
G4	Medo de vazamento de informações confidenciais impede o uso da colaboração em logística urbana	Esse medo dos gestores da empresa impede a implementação da colaboração em logística urbana (coleta, consolidação e entrega compartilhada) que é uma prática ambientalmente sustentável. Dessa forma, ela não é colocada em prática pelas empresas.	Interna	Van Schagen; Goh; De Souza, 2014.
G5	Falta de confiança dos clientes e das pessoas que transportam os pacotes no modelo <i>crowd-shipping</i>	Desconfiança dos clientes (risco de pacotes com danos) e dos remetentes (risco de transportar de produtos ilegais) impedem a implementação dessa prática que é ambientalmente favorável.	Externa	Le et al., 2019; Guo et al., 2019
G6	O desejo dos clientes por entregas expressas e as exigências de prazos exatos de tempo de recebimento impedem a consolidação de carga efetiva.	Que minimizaria o uso do transporte e reduziria o tráfego e as emissões causadas por ele.	Externa	Wehner, 2018; Patella et al., 2021; Allen et al., 2017; Buldeo Rai; Verlinde; Macharis, 2019.
G7	Entrega gratuita gera mais transporte.	O uso do transporte acaba sendo incentivado pois o comprador é compra mais, em momentos distintos, já que para ele não é necessário o esforço de consolidar o seu pedido. Ou seja, em vez de um pedido maior ser entregue uma vez na mesma residência, dois ou mais pedidos são entregues.	Interna	Wehner, 2018; Patella et al., 2021; Allen et al., 2017.

G8	Clientes não aceitam ceder ao luxo de receber os produtos na residência em troca de buscá-los em pontos de coleta.	Impede a implementação da entrega feito usando pontos de coleta.	Externa	Rosenberg et al., 2021.
G9	Falta de informação ao consumidor sobre as consequências das suas escolhas de meios de entrega.	Impulsiona a permanência de meios de entrega que consomem mais energia nos transportes	Externa	Wehner, 2018; Buldeo Rai; Verlinde; Macharis, 2019.
G10	Consumidor não está disposto a pagar mais pela entrega sustentável ambientalmente	Impede o desenvolvimento de práticas ambientais.	Externa	Buldeo Rai; Verlinde; Macharis, 2019.

Fonte: Autora

4.2.2 Armazenagem, separação de pedidos e embalagens

Sabe-se que a bicicleta de carga tem essencialmente a sustentabilidade ambiental como destaque. A barreira que entrava a sua execução é a triagem dos pacotes. Um dos principais desafios operacionais identificados foram relacionados à classificação e consolidação de itens por peso e volume (MCLEOD et al., 2020a). A título de exemplo, na Noruega esse impasse foi estimado como uma das maiores dificuldades nas entregas urbanas entre os entrevistados na pesquisa feita por Dybdalen e Ryeng (2021). Esse modelo de logística de última milha também pode ser usado ao lado de motoristas de vans. Todavia, a complexidade permanece: a necessidade de pré-classificação de pacotes, que pode atuar como uma barreira para uma implementação mais ampla (MCLEOD et al., 2020a). (A1 – A maior complexidade da separação de pedidos quando as bicicletas de carga são utilizadas.)

Já em relação à armazenagem, a localização de depósitos nas partes internas das cidades está se tornando complicada e dificilmente acessível devido ao aumento dos valores de uso do solo (PATELLA et al., 2021). Aliás, já em 2011, por exemplo, o custo de instituir um centro de consolidação nas proximidades da parte antiga de Bilbao, na Espanha, era muito alto (ALVAREZ; DE LA CALLE, 2011). Como consequência, ocorre a expansão das instalações de carga nos subúrbios ou nas partes externas das cidades, onde o preço da terra é menor, e isso contribui para aumentar as distâncias das viagens (PATELLA et al., 2021). Sendo assim, mais transporte é usado, o que diminui os ganhos ambientais esperados do centro de consolidação urbana. Ou seja, o alto custo do metro quadrado nos centros urbanos é uma verdadeira barreira

para a expansão ambientalmente sustentável dessa prática. (A2 - Instalação dos armazéns distante dos centros urbanos contribui para aumentar as distâncias das viagens.)

Quanto às embalagens, uma das barreiras para a implementação de uma última milha ambientalmente sustentável ocorre quando caixas padronizadas desnecessariamente grandes são usadas muitas vezes (WEHNER, 2018). E, como já citado neste trabalho, as embalagens influenciam diretamente no transporte (ESCURSELL; LLORACH-MASSANA; RONCERO, 2021). Nesse sentido, a padronização das embalagens gera capacidade não utilizada no veículo. Logo, o consumo total de combustível e o congestionamento de tráfego conseqüentemente aumentam (WEHNER, 2018). (A3 – Falta de flexibilidade no tamanho das embalagens gera capacidade não utilizada no veículo.)

Ademais, existe a necessidade de inovar e reprojeter embalagens que sejam ambientalmente sustentáveis. A Amazon, por exemplo, está considerando reduzir a embalagem secundária em todas as entregas no futuro. Porém, a empresa se depara com a barreira que envolve a disposição dos fabricantes para atingir essa meta audaciosa. E nem todos estão inclinados a gastar tempo e dinheiro para alcançar esse objetivo (ESCURSELL; LLORACH-MASSANA; RONCERO, 2021). (A4 – Falta de embalagens que sejam ambientalmente sustentáveis.)

Logo, abaixo segue o quadro 4, onde estão listadas as barreiras referentes as etapas de armazenagem, separação de pedidos e embalagens, com a sua descrição individual, classificação (entre interna ou externa), e por fim, os autores dentro do portfólio que relataram sobre ela.

Quadro 4 - Barreiras nas etapas 'armazenagem, separação de pedidos e embalagens'

Cat.	Barreira	Descrição	Class.	Autores
A1	A maior complexidade da separação de pedidos quando as bicicletas de carga são utilizadas.	Para as entregas serem feitas com a bicicleta de carga é necessária a pré-classificação de pacotes por peso e volume.	Interna	Dybdalen; Ryeng, 2021; Mcleod et al., 2020
A2	Instalação dos armazéns distante dos centros urbanos contribui para aumentar as distâncias das viagens.	Isso acontece pois nos centros urbanos o preço do terreno é muito mais elevado do que nas outras áreas.	Externa	Alvarez; De La Calle, 2011; Patella et al., 2021
A3	Falta de flexibilidade no tamanho das embalagens gera capacidade não utilizada no veículo.	Caixas padronizadas são usadas muitas vezes desnecessariamente grandes.	Interna	Wehner, 2018

A4	Falta de embalagens que sejam ambientalmente sustentáveis.	São necessários o envolvimento e a disposição dos fornecedores para que essa barreira se dissolva.	Externa	Escursell; Llorach-Massana; Roncero, 2021
----	--	--	---------	---

Fonte: Autora

4.2.3 Transporte

No contexto dos requisitos futuros para evoluir para o transporte de baixo ou, até mesmo, zero carbono, é necessário considerar a adoção de veículos elétricos ou com motorização alternativa (SETTEY et al., 2021). Nas entregas de alimentos em que a *scooter* está cada vez mais sendo usada, um claro impacto negativo é gerado, devido às emissões de CO₂. Efetivamente, a poluição ambiental (ar, ruído) desse modelo de transporte é considerável. O problema é ainda maior quando o seu uso é ilegal (sem licença). Dessa forma, é impossível saber o número total de *scooter* em uso e ter o controle de emissão de CO₂ (MONCEF; MONNET DUPUY, 2021). (T1 – A tendência ao uso do *scooter* como meio de transporte que emite CO₂.)

Já, quando o tópico é veículos elétricos é consenso que são sustentáveis ambientalmente, pois podem reduzir drasticamente o ruído e a poluição do ar. Esses meios de transporte têm um papel importante na redução dos gases de efeito estufa. (GATTA et al., 2021; REZGUI et al., 2019). Mesmo assim, algumas barreiras ainda impedem a ampla adoção desses tipos de veículos nas operações de distribuição de mercadorias. Portanto, os varejistas de *e-commerce* precisam analisar todos os fatores antes de decidir implantar essas novas tecnologias (GATTA et al., 2021).

Especificamente em relação aos veículos elétricos, a sua adesão envolve um planejamento mais exigente das rotas de distribuição: precisa-se considerar o alcance, tempo de carregamento, e necessidade de uma infraestrutura de carregamento suficiente no trajeto selecionado (SETTEY et al., 2021). Realmente, as principais desvantagens dos veículos elétricos a bateria, tais como alto custo de compra, a necessidade de visitas frequentes às estações de recarga, falta de infraestrutura de carregamento adequada, longos tempos de recarga e capacidade de carga limitada são também as principais barreiras para sua viabilidade de mercado nas atividades de entrega de última milha (CASTILLO; ÁLVAREZ; DOMINGO, 2020; GATTA et al., 2021; PATELLA et al., 2021; REZGUI et al., 2019; SCHNEIDER; STENGER; GOEKE, 2014; VERMA, 2018). (T2 – Problemas com a bateria minimizam o uso de veículos elétricos (que são um meio de transporte que não gera ruídos e nem poluição do ar).

Todos esses empecilhos são decorrentes da bateria e, ela é mesmo um dos fatores críticos desse meio de transporte. O tempo de recarga chega a ser considerado nos estudos como um tempo de inatividade deste modelo de transporte. Os carregadores, normalmente, demoraram entre 3 e 20 horas, dependendo da capacidade da bateria do veículo e da taxa de carregamento. Longos tempos de recarga não são desejados, especialmente no caso de janelas de tempo de entrega definidas pelo cliente, por exemplo, das 14h00 às 16h00. Nesse caso, um tempo de espera de 3 horas para uma recarga completa da bateria dificulta o atendimento desses clientes. Isso torna os veículos elétricos inadequados para entregas de longa distância. Ademais, longos tempos de recarga levam à subutilização de caminhões e motoristas (VERMA, 2018).

Existe outro modelo de carga mais rápido, que leva, em média, 30 minutos para uma recarga completa (VERMA, 2018). Realmente, a opção de carregamento rápido existe. No entanto, essa alternativa é limitada pela capacidade do carregador do veículo a bordo, e pode originar problemas de confiabilidade da bateria, reduzindo a vida útil (CASTILLO; ÁLVAREZ; DOMINGO, 2020). Com efeito, o uso desse tipo de carregador é prejudicial à saúde a longo prazo da bateria porque tem um impacto negativo no número de ciclos de carga da bateria. Uma vez que os custos da bateria são o maior componente dos custos de veículos elétricos, esse método geralmente não é preferido. (VERMA, 2018)

Outro grande problema é o alcance de condução mais curto. De fato, a autonomia deles limitará as viagens diárias. Normalmente, 200 km é considerado como uma faixa adequada para um percurso diário nas literaturas, mas nem isso condiz com a realidade das vans elétricas a bateria disponíveis no mercado. O verdadeiro alcance médio desses veículos é em torno de 80-120 km. Ainda, em certas condições de trabalho, como carga elevada e direção urbana com paradas frequentes o intervalo é muito menor. (CASTILLO; ÁLVAREZ; DOMINGO, 2020). Dessa forma, menos clientes são atendidos, logo, não é eficiente para a empresa pois os pacotes não são entregues com tanta agilidade como desejado. As baterias que aumentam o alcance poderiam ser a solução, todavia, apresentam os problemas de custos e tempo de recarga. Um problema adicional é o aumento de peso e volume, cujo impacto é perceptível no consumo de energia elétrica e na carga útil. (CASTILLO; ÁLVAREZ; DOMINGO, 2020)

Até mesmo o clima interfere negativamente na bateria dos veículos elétricos; sendo a neve e o gelo fatores de destaque. A neve aumenta a resistência ao rolamento, reduz a capacidade de manobra da bicicleta de carga e exige força adicional para passar. Tudo isso cansa mais fisicamente os ciclistas de carga e esgota as baterias da bicicleta mais rapidamente, reduzindo a capacidade das baterias. (DYBDALEN; RYENG, 2021).

A temperatura ambiente em si também tem um impacto no alcance dos veículos elétricos (CASTILLO; ÁLVAREZ; DOMINGO, 2020; SETTEY et al., 2021). A ideal está em torno de 22 °C, porque não é necessário ligar o aquecimento, nem o ar condicionado. Um estudo aprofundado nesse assunto comparou o funcionamento do veículo em diferentes temperaturas ambientes: na de -21 °C e em 0 °C, o consumo de energia elétrica foi 1,52 vezes e 1,27 vezes maior, respectivamente, em comparação com o funcionamento do veículo em 22 °C. (SETTEY et al., 2021)

Todos esses problemas com a bateria são levados em consideração no nomeado problema de roteamento de veículos elétricos com janelas de tempo, estações de recarga e estações de troca de baterias (VERMA, 2018). Esse termo consiste em encontrar roteiros para uma frota de veículos elétricos em que cada cliente é atendido exatamente uma vez e por exatamente um roteiro. Os obstáculos a serem considerados são: restrições de janelas de tempo para entrega aos clientes, encontrar a dimensão mínima da frota, a distância mínima percorrida, o nível de carregamento, os custos de aquisição e as ressalvas associadas com o estado de carga dos veículos elétricos (REZGUI et al., 2019). O objetivo é minimizar a distância total percorrida para atender todos os clientes, e em paralelo satisfazer as restrições de capacidade do veículo e janela de tempo do cliente (PAN et al., 2017).

Ademais, sabe-se que a bicicleta de carga também produz menos emissões e poluição sonora e, ainda, reduz os problemas de estacionamento, pois podem estacionar nas calçadas (BOSONA, 2020; DYBDALLEN; RYENG, 2021). Além disso, também reduzem os problemas de congestionamento ao usufruírem das ciclovias (BOSONA, 2020). No entanto é justamente a falta de ciclovias ou vias preferenciais, especialmente em países em desenvolvimento como o Brasil, que impede o maior desenvolvimento dessa prática logística (SOUZA et al., 2020). (T3 – Falta de infraestrutura impede a seleção da bicicleta de carga como modelo de transporte padrão para entrega.)

Os veículos elétricos também enfrentam a barreira de escassez das estações de carregamento, o que impede a sua expansão comercial (CASTILLO; ÁLVAREZ; DOMINGO, 2020; EHRLER; SCHÖDER; SEIDEL, 2021; PATELLA et al., 2021). A infraestrutura de reabastecimento é indispensável para os veículos elétricos. Entretanto, a disponibilidade de postos públicos de recarga de eletricidade, mesmo que em rápido crescimento, é limitada (CASTILLO; ÁLVAREZ; DOMINGO, 2020; VERMA, 2018). De acordo com dados do Observatório Europeu de Combustíveis Alternativos (EAFO), na zona da UE, a proporção, em média, de veículos elétricos por ponto de carregamento é baixa (CASTILLO; ÁLVAREZ;

DOMINGO, 2020). E a que existe, é distribuída de forma ineficiente, pois não segue um modelo de negócio orientado pela demanda. Para melhorias, seria importante levar em conta a necessidade dos usuários das estações (GALATI et al., 2021). (T4 – Falta de infraestrutura para recarregar as baterias dos veículos elétricos.)

Na abordagem de veículos autônomos – que podem reduzir drasticamente o ruído e a poluição do ar – existe a barreira relacionada ao risco percebido pelos próprios clientes a respeito das entregas feitas com eles. Um exemplo de risco é o perigo de acidentes potenciais em vias públicas. Riscos como esse são importantes determinantes da aceitação dos veículos autônomos pelos consumidores *online*. Logo, a adoção deste modelo é influenciada negativamente por essas percepções dos clientes (KAPSER; ABDELRAHMAN, 2020a) (T5 – Risco percebido pelo consumidor das entregas feitas pelos veículos autônomos).

Ainda, uma das mudanças que o comércio eletrônico trouxe é a distribuição de pequenos pacotes para as casas dos consumidores finais, em vez de em paletes cheios para os varejistas (WEHNER, 2018). A entrega dessas pequenas quantidades em diferentes pontos requer a mobilização de recursos logísticos (veículo e motorista), o que tem aumentado a demanda por transporte e, conseqüentemente, o consumo total de combustível e o congestionamento de tráfego na última milha (MONCEF; MONNET DUPUY, 2021).

Algumas vezes, o problema é maior ainda: as mercadorias estão sendo entregues diretamente no ponto de consumo por veículos comerciais de grande porte. Isso causa desperdício da capacidade do transporte pois o veículo viaja um trecho extra e, dessa forma, é consumida mais energia do que o necessário (WEHNER, 2018). Além disso, outras características relacionadas à demanda, como peso altamente variável dos pacotes, as quantidades nem sempre conhecidas com antecedência e o fato de que o veículo pode estar subdimensionado trazem a necessidade de fazer constantes ajustes no processo de entrega (tamanho do veículo, horários de coleta). Para que essas alterações não aconteçam, as empresas preferem utilizar caminhões de grandes dimensões em que constantemente sobra espaço, mesmo eles emitindo mais CO₂. Portanto, essa mobilização de recursos logísticos superdimensionados leva a questões ambientais críticas (MONCEF; MONNET DUPUY, 2021). (T6 – Uso de veículos superdimensionados causa desperdício da capacidade do transporte.)

Quando a sustentabilidade ambiental vem da consolidação de carga, as preferências dos consumidores formam um desafio a ser solucionado. Numa pesquisa feita, um total de 70,9% dos clientes deseja que todos os produtos do mesmo pedido sejam entregues juntos

(BULDEO RAI; VERLINDE; MACHARIS, 2019). Dessa forma, muitas vezes, grandes caminhões são deslocados com espaços vazios, já que não é possível separar pedidos para encaixar melhor os produtos (pedidos parciais) conforme o espaço disponível na carga. Isso poderia ser evitado, caso o cliente fosse flexível. Portanto, a prioridade se torna somente a entrega dos produtos, e a estratégia ambiental de consolidar a carga é ignorada. (T7 - Consolidação de carga não é prioridade.)

Em épocas de inverno rígido as estradas, frequentemente, ficam com neve molhada, lama e acúmulo de gelo. Dessa forma, subir e descer colinas é mais perigoso e difícil utilizando bicicletas de carga. Em um estudo de campo, um ciclista de carga comentou que as superfícies molhadas e derretidas são as problemáticas, outro que já tombou por causa de ventos fortes. Além disso, o sal, o gelo irregular e as temperaturas mais baixas desgastam mais rapidamente a bicicleta de carga. Dessa forma, mais manutenção é necessária durante os meses de inverno. Para mais, a neve e a lama bloqueiam consideravelmente as ciclovias durante o inverno, o que também dificulta a utilização deste transporte nesse clima. Tudo isso, ainda influencia na velocidade da bicicleta de carga, diminui a sua eficiência e transforma essa alternativa de transporte não tão viável durante o inverno (DYBDALEN; RYENG, 2021). (T8 – Inverno praticamente inviabiliza o uso de bicicletas de carga).

Dificuldades técnicas com a bicicleta de carga é outra realidade enfrentada. Em um estudo de caso, ela chegou a ser retirada de circulação devido a isso. Furos frequentes nas câmaras de ar, problemas com os rolamentos das rodas, entortamento do quadro em uso normal, rodas caindo e peças que se soltam após a vibração da condução em paralelepípedos foram alguns dos problemas citados ao usar em especial o modelo “Armadillo” (DYBDALEN; RYENG, 2021). (T9 – Falhas técnicas impedem o uso de alguns modelos de bicicleta de carga.)

A inadequada legislação é outro obstáculo enfrentado no uso de bicicletas de carga, em algumas cidades. Com efeito, a existência de favoráveis aspectos regulatórios são cruciais para o sucesso dos diferentes recursos logísticos (BRUZZONE; CAVALLARO; NOCERA, 2021). A bicicleta de carga é tão comum em muitos locais, e em outros já necessita de mudanças na política porque são ilegais em algumas áreas da cidade (BOSONA, 2020). Portanto, essa inadequação legal impede o uso das bicicletas de carga em algumas áreas urbanas e, desse modo, essa prática que é livre de emissões ambientais não pode ser utilizada. (T10 – Inadequada legislação impede o uso de bicicletas de carga em certas áreas urbanas.)

Outro obstáculo existe na implementação da bicicleta de carga: a sua capacidade. Em um estudo de caso, algumas padarias queriam entregar as encomendas no mesmo horário para

lugares completamente espalhados utilizando bicicletas de carga. Como era muita encomenda para entregar, as bicicletas não tinham capacidade suficiente para tudo. Em certos momentos, a situação era tão crítica que os entregadores não conseguiam ver nada ou caíam. (MONCEF; MONNET DUPUY, 2021). Particularmente, as bicicletas de carga têm essa restrição de capacidade, e condiciona o tamanho dos pacotes que podem ser carregados. Esta barreira é parcialmente superada usando bicicletas de carga modernas, que têm uma capacidade de 100-150 kg (BROTCORNE et al., 2019). É comum a necessidade de visitas intermediárias às instalações de CDP para pegar mais itens, justamente por causa dos limites de peso e volume da capacidade de carga deste modelo de entrega (MCLEOD et al., 2020b). Sendo assim, o limite de capacidade restringe a aplicação deste modelo de transporte ambientalmente sustentável (BOSONA, 2020). (T11 – Limitada capacidade de carga da bicicleta.)

Similarmente, os veículos elétricos também enfrentam essa restrição de capacidade (SCHNEIDER; STENGER; GOEKE, 2014). A carga útil é muito menor em vans elétricas a bateria, principalmente por causa do próprio peso das baterias. Enquanto uma van convencional a diesel tem a carga útil de aproximadamente 1.600 kg, uma van elétrica a bateria tem a capacidade muito menor. (CASTILLO; ÁLVAREZ; DOMINGO, 2020). Logo, é um dos fatores que devem ser considerados no planejamento da faixa operacional do veículo. (T12 – Limitada capacidade de carga dos veículos elétricos.)

Na tentativa de minimizar os efeitos negativos, os fabricantes de veículos elétricos oferecem diferentes opções com diferentes capacidades. Dependendo da necessidade, o alcance pode ser preferido (um maior número de baterias) em vez da carga útil – mais baterias, menos espaço/capacidade no veículo. E vice-versa, um veículo pode garantir uma carga útil maior em vez do alcance (menos baterias, uma capacidade reduzida das baterias, mais espaço no veículo para os pacotes) (SETTEY et al., 2021). E assim, os veículos com mais capacidade devem visitar o hub atribuído menos vezes do que os menores (LEYERER et al., 2019). Os autores Leyerer et al. (2019) compararam frotas heterogêneas e frotas exclusivas de veículos elétricos. O resultado foi claro: uma frota composta apenas por veículos elétricos não consegue lidar com os volumes de encomendas de forma eficiente.

Além disso, do ponto de vista dos processos de fabricação, é necessário o uso o massivo de matérias-primas essenciais - como cobalto e lítio para baterias e platina para pilhas de células de combustível. Essa utilização expressiva de matérias-primas naturais pode vir a se tornar um problema para o meio ambiente e para a expansão de tecnologias assim no futuro

(CASTILLO; ÁLVAREZ; DOMINGO, 2020). (T13 – Dependência de matérias-primas escassas para fabricação de veículos elétricos).

A substituição de caminhão a diesel por elétrico também enfrenta barreiras relativas ao custo de aquisição, o que torna a alternativa elétrica não competitiva. Não satisfaz a relação custo/benefício dos caminhões convencionais. Porém, espera-se que os custos das baterias diminuam no futuro (LEBEAU et al., 2013). Na verdade, todos os veículos elétricos enfrentam esse mesmo problema: preços significativamente mais altos do que os veículos convencionais. Sabe-se que o principal componente do custo de compra do veículo elétrico é o custo da bateria. Até mesmo a construção da infraestrutura de troca de bateria e a manutenção de estoque são caras (VERMA, 2018). Esses modelos de veículos até permitem tarifas de seguro reduzidas e isenção do imposto de propriedade, obtendo economia de custos em relação aos tradicionais, e, mesmo assim, poucos veículos elétricos estão em circulação nas estradas. Isso ocorre devido aos altos custos de aquisição e taxas de aluguel da bateria (BROTCORNE et al., 2019). Portanto, uma das principais desvantagens dos veículos elétricos é o custo total de propriedade (custos de compra e operação) (CASTILLO; ÁLVAREZ; DOMINGO, 2020). (T14 – Alto custo dos veículos elétricos inviabiliza o uso desse meio de transporte que é ambientalmente sustentável.)

Adicionando-se a isso, em torno dos veículos em geral, existe um termo frequentemente utilizado por vários pesquisadores: *vehicle routing problem* (VRP) – em português: problema de roteamento de veículos. Resumindo, esse problema consiste em definir a melhor rota para entregar um conjunto de encomendas a destinos dispersos (REYES; SAVELSBERGH; TORIELLO, 2017). Para que esse método logístico seja sustentável ambientalmente é necessário que a escolha dessa melhor rota leve em consideração os impactos ambientais causados pelo uso do transporte em questão. (T15 – A falta de roteamento de veículos que leve em conta o impacto ambiental ao determinar a melhor rota.)

Uma das principais extensões do VRP é o problema de roteamento de veículos com janelas de tempo e refere-se a situação em que o cliente tem a opção de estipular uma faixa de horário que deseja/pode receber a sua compra (KIM et al., 2021; VERMA, 2018). No entanto, os veículos de entrega podem chegar em cada cliente antes ou depois do programado e aceito pelo cliente, por causa da aleatoriedade do trânsito. O atraso pode causar desencontro com a janela de tempo estabelecida e, com ele, a falha na entrega e a necessária reprogramação. Conclusão: mais transporte e efeitos ambientais negativos decorrentes dele. Quando os entregadores chegam antes do horário de entrega, eles têm que esperar para iniciar

a entrega. A espera não afeta a satisfação do cliente, mas diminui a eficiência operacional (KIM et al., 2021). Neste modo de planejar a melhor rota, as consequências ambientais foram ignoradas e, assim, mais emissões ambientais ocorrem por conta disso.

Por fim, drones e robôs de entrega autônomos são modelos de logística de última milha sustentáveis e que, à primeira vista, parecem muito atraentes (SVADLENKA et al., 2020). No entanto, um dos principais obstáculos para uma aplicação mais ampla são os altos custos de aquisição de uma nova frota de veículos e equipamentos (SOUZA et al., 2020; SVADLENKA et al., 2020). (T16 – Alto custo de aquisição de drones e robôs de entrega autônomos.)

Especificamente a respeito dos drones, outras barreiras são encontradas, como o seu volume reduzido de carga transportada (SOUZA et al., 2020). Sabe-se que esse processo de entrega é feito diretamente nos endereços dos clientes, através do uso de um veículo aéreo não tripulado, também chamado de drone. Este método de logística de última milha pode ser muito adequado para terrenos inacessíveis. Por outro lado, tem a considerável desvantagem de ter o espaço de carga pequeno (SVADLENKA et al., 2020). (T17 – Pequeno espaço para carga dos drones.)

A tecnologia de drones também necessita de soluções atenção adicional pelos pesquisadores. Ela está se desenvolvendo rapidamente, porém existem poucos estudos com valores reais. Assim, a validade das teorias e suas configurações precisam ser verificadas por experimentos do mundo real (KIRSCHSTEIN, 2020). (T18 – Falta de estudos sobre os drones.)

Agora, quanto aos veículos autônomos, a barreira localizada é a aceitação pelos consumidores. Em um estudo feito na Alemanha, a sensibilidade ao preço foi identificada como o fator mais importante na aceitação pelo usuário da introdução real no mercado desse modelo de transporte. Foi concluído que o preço da entrega é até mais importante para os usuários em potencial do que a utilidade da tecnologia em si. Ou seja, se o preço for superior ao preço atual para entrega em domicílio, os alemães certamente não aceitarão esse tipo de entrega. Portanto, o preço deste sistema de entrega deve ser considerado com estratégia para atrair o maior número possível de usuários em potencial. Na verdade, chega a ser recomendável que o preço seja inferior ao da entrega convencional (KAPSER; ABDELRAHMAN, 2020a). (T19 - Falta da aceitação pelos clientes dos veículos autônomos.)

Sendo assim, abaixo segue o quadro 5, onde estão listadas as barreiras referentes a etapa do transporte, com a sua descrição individual, classificação (entre interna ou externa), e por fim, os autores dentro do portfólio que relataram sobre ela.

Quadro 5 - Barreiras na etapa 'transporte'

Cat.	Barreira	Descrição	Class.	Autores
T1	A tendência ao uso do <i>scooter</i> como meio de transporte que emite CO ₂	Ao usar esse meio de transporte que aumenta a poluição ambiental (ar, ruído), as práticas ambientalmente sustentáveis são ignoradas.	Interna	Moncef; Monnet Dupuy, 2021
T2	Problemas com a bateria minimizam o uso de veículos elétricos (que são um meio de transporte que não gera ruídos e nem poluição do ar).	Neve e gelo esgotam as baterias da bicicleta mais rapidamente. Consumo de energia elétrica é interferido pela temperatura ambiente. Com isso, é menos viável usar esse tipo de transporte que minimiza emissões e ruídos.	Externa	Settey et al., 2021; Castillo; Álvarez; Domingo, 2020; Dybdalen; Ryeng, 2021.
		Veículos elétricos tornam-se inadequados para atender clientes com janela de tempo estreita e de longa distância, devido a demora para recarregar a bateria e ao curto alcance de condução. Sendo assim, não é eficiente para a empresa pois os pacotes não são entregues com tanta agilidade como desejado	Interna	Settey et al., 2021; Castillo; Álvarez; Domingo, 2020; Gatta et al., 2021; Patella et al., 2021; Rezgui et al., 2019; Schneider; Stenger; Goeke, 2014; Verma, 2018.
T3	Falta de infraestrutura impede a seleção da bicicleta de carga como modelo de transporte padrão para entrega.	Faltam ciclovias e infraestrutura para recarregar a bateria. Dessa forma, a bicicleta de carga não é uma opção viável.	Externa	Dybdalen; Ryeng, 2021; Bosona, 2020; Souza et al., 2020.
T4	Falta de infraestrutura para recarregar as baterias dos veículos elétricos.	Dessa forma, é difícil utilizar o veículo elétrico como meio de transporte pois não irá ter muitas opções de onde recarregar e de trajetos a serem feitos, o que inviabiliza essa prática logística.	Externa	Ehrler; Schöder; Seidel, 2021; Castillo; Álvarez; Domingo, 2020; Patella et al., 2021; Verma, 2018; Galati et al., 2021.
T5	Risco percebido pelo consumidor das entregas feitas pelos veículos autônomos.	Clientes não sentem segurança nesse modelo de entrega e dessa forma, as empresas tendem a não selecioná-lo. Considerando que os veículos autônomos reduzem os ruídos e poluição ambiental, isso é uma barreira para a implementação de práticas ambientalmente sustentáveis.	Externa	Kapsler; Abdelrahman, 2020.
T6	Uso de veículos superdimensionados causa desperdício da capacidade do transporte.	Acontece pela falta de informação antecipada sobre a demanda. Com medo de faltar espaço no caminhão para entregar os pacotes, as empresas preferem que utilizar veículos superdimensionados. Dessa forma, veículos maiores emitem mais CO ₂ e ocasiona severas consequências ambientais.	Interna	Moncef; Monnet Dupuy, 2021; Wehner, 2018
T7	Consolidação de carga não é prioridade	Cliente não está disposto a receber seu pedido em mais de uma vez, o que impede a consolidação de carga. Ou seja, menos espaço do veículo é usado resulta em uma maior quantidade de veículos na estrada, emitindo mais gases poluentes.	Externa	Buldeo Rai; Verlinde; Macharis, 2019

T8	Inverno praticamente inviabiliza o uso de bicicletas de carga	Ciclovias bloqueadas com neve e gelo diminuem a eficiência da entrega por esse modelo de transporte.	Externa	Dybdalen; Ryeng, 2021
T9	Falhas técnicas impedem o uso de alguns modelos de bicicleta de carga	Em um estudo de caso, ela chegou a ser retirada de circulação devido a isso.	Interna	Dybdalen; Ryeng, 2021
T10	Inadequada legislação impede o uso de bicicletas de carga em certas áreas urbanas.	As bicicletas de carga são ilegais em algumas áreas urbanas, o que impede a utilização deste modelo de transporte que é tão ambientalmente sustentável.	Externa	Bosona, 2020; Bruzzone; Cavallaro; Nocera, 2021.
T11	Limitada capacidade de carga da bicicleta.	Restringe a aplicação deste modelo de transporte ambientalmente sustentável	Interna	Moncef; Monnet Dupuy, 2021; Brotcorne et al., 2019; Mcleod et al., 2020.
T12	Limitada capacidade de carga dos veículos elétricos.	Restringe a aplicação deste modelo de transporte ambientalmente sustentável	Interna	Goeke, 2014; Castillo; Álvarez; Domingo, 2020; Settey et al., 2021; Leyerer et al., 2019.
T13	Dependência de matérias-primas escassas para fabricação de veículos elétricos	Problema ambiental e impede a expansão de tecnologias assim no futuro.	Externa	Castillo; Álvarez; Domingo, 2020.
T14	Alto custo dos veículos elétricos inviabiliza o uso desse meio de transporte que é ambientalmente sustentável.	Tanto o custo de aquisição quanto de taxa de aluguel de baterias são altos. Por isso, muitas empresas deixam de usar os veículos elétricos.	Externa	Lebeau et al., 2013; Verma, 2018; Brotcorne et al., 2019; Castillo; Álvarez; Domingo, 2020.
T15	A falta de roteamento de veículos que leve em conta o impacto ambiental ao determinar a melhor rota.	Modo de planejar a melhor rota, onde as consequências ambientais são ignoradas e, assim, mais emissões ambientais ocorrem por conta disso.	Interno	Reyes; Savelsbergh; Toriello, 2017; Kim et al., 2021.
T16	Alto custo de aquisição de drones e robôs de entrega autônomos	Impede que esses modelos sejam considerados como alternativa a outros que poluem mais.	Externa	Svadlenka et al., 2020; Souza et al., 2020.
T17	Pequeno espaço para carga dos <i>drones</i>	Limita as características dos pacotes que podem ser entregues com <i>drones</i>	Externa	Svadlenka et al., 2020; Murray; Chu, 2015; Souza et al., 2020.
T18	Falta de estudos sobre drones	Usando dados reais.	Externa	Kirschstein, 2020.
T19	Falta da aceitação pelos clientes dos veículos autônomos.	O cliente não aceita pagar mais pelo fato da sua entrega estar sendo realizada com veículos autônomos.	Externa	Kapsler; Abdelrahman, 2020.

Fonte: Autora

4.2.4 Entregas

Atualmente, existem muitos métodos inovadores de entrega de última milha, como é o caso dos armários de pacote - sendo dois modelos existentes: fixos e móveis. O armário móvel depende de cada cliente pegar sua compra em um armário específico na hora e no local combinado, e dele estar disposto a expor seu paradeiro em potencial ao longo do tempo. Porém, alguns consumidores não aceitam ir buscar o seu pacote, outros priorizam a privacidade e não estão inclinados a revelar muitas informações, outros ainda não querem se comprometer a cumprir com o acordado, pois perderiam a flexibilidade do seu dia. Já o consumidor que aceita os requisitos necessários para o uso dos armários móveis espera que o armário de pacote esteja no local e no horário marcado previamente. No entanto, o trânsito e suas aleatoriedades interferem negativamente nessa confiabilidade que os clientes anseiam - o que afeta direta na satisfação do cliente. Tudo isso, impede uma maior aceitação desse modelo logístico da parte dos compradores *online*. (SCHWERDFEGER; BOYSEN, 2020; SOUZA et al., 2020) (E1 - Falta da aceitação do uso de armário de pacote móvel pelos clientes.)

Além disso, para que os armários de pacote realmente sejam aceitos pelos clientes, existem outras duas exigências: ter estacionamento nas proximidades para os clientes e o acesso até os armários ser seguro para eles (SCHWERDFEGER; BOYSEN, 2020). Com efeito, a disponibilidade de estacionamento é um fator importante na aceitação dos consumidores para a entrega ser feita pelos centros de coleta no geral. Se está no centro da cidade, por exemplo, é muito difícil do cliente encontrar estacionamento com rapidez e que ele fique satisfeito com esse meio de entrega. (GONZÁLEZ-VARONA et al., 2020; KEDIA; KUSUMASTUTI; NICHOLSON, 2017). Ainda, o acesso dos armários precisa ser seguro para os compradores (SCHWERDFEGER; BOYSEN, 2020). A falta dessa segurança, desencoraja os clientes a usarem os pontos de coleta como opção de entrega dos seus pacotes. As pessoas querem e preferem ter um lugar seguro e protegido para recolher as suas compras (SOUZA et al., 2020). Até mesmo em situações particulares em que a pessoa quer ter a liberdade de poder comprar itens caros *online* – o que só é possível quando o cliente sente segurança no método que a sua mercadoria será entregue (KEDIA; KUSUMASTUTI; NICHOLSON, 2017).

Na verdade, o que os clientes realmente preferem é receber seus produtos pessoalmente em suas residências. Isso implica negativamente na expansão de modelos de entrega inovadores, como os armários de pacotes, pois as empresas precisam encantar o consumidor a realizar a sua compra e para isso, agem de acordo com a preferência dos clientes.

(OTTER et al., 2017b). Até mesmo existe a teoria de que conceitos de entrega como pontos de coleta – exemplo: em quiosque - prejudicam uma das principais vantagens das compras *online*: evitar fazer uma viagem. (E2 - Consumidor não aceita receber o pacote em pontos de coleta.)

Com efeito, em casos da entrega feita por pontos de coleta a necessidade do cliente estar disposto a ir buscar o seu pacote é uma variante negativa. Alguns consumidores só aceitam ir buscar em um ponto de entrega, se a diferença do frete for considerada. Com a única exceção de se o produto desejado vir do exterior, mais especificamente, se eles não puderem comprar de outra forma. (KEDIA; KUSUMASTUTI; NICHOLSON, 2017). Portanto, a preferência do consumidor em receber a sua encomenda na sua residência é uma barreira para a implementação de práticas ambientalmente sustentáveis pelas empresas.

Além disso, uma atenção especial deve ser dada à ausência do consumidor final em sua casa na hora de receber o pedido (LEMKE et al., 2021). Existem as entregas realizadas através de caixas de recepção, principalmente como alternativa para o período noturno, as quais exigem duas condições mínimas: permissão de acesso até elas e uma caixa com um sistema de travamento de fácil operação. Porém, geralmente, o entregador não tem acesso à caixa para deixar os pacotes e a entrega também não é realizada. (OTTER et al., 2017b). Isso significa a necessidade de repetir a jornada até o cliente (LE et al., 2019; LEMKE et al., 2021; OTTER et al., 2017a). Sendo assim, é uma viagem a mais que terá que ser realizada em outro dia para uma nova tentativa e, com isso, o meio ambiente é afetado negativamente. (E3 – Falha na entrega traz consequências negativas como mais emissões ambientais.)

Da mesma forma, ocorre quando o armário de pacote móvel e clientes se desencontram. Muitas vezes, a incompatibilidade ocorre devido a um curto período de tempo gerado pelo congestionamento de vias. Entretanto, as consequências são grandes a nível ambiental: uma nova tentativa de entrega em um outro dia se faz necessária, ou seja, mais transporte e emissão de gases. (SCHWERDFEGER; BOYSEN, 2020)

Seja a entrega feita pelo método tradicional ou por inovadores, como o de entrega noturna, armário de pacote por exemplo, esse é um problema a ser resolvido para que a logística de última milha ambientalmente sustentável se desenvolva (LE et al., 2019; LEMKE et al., 2021; SCHWERDFEGER; BOYSEN, 2020). Em média, 2193 entregas por mês não são feitas por este motivo: falha na entrega. Isso é mais de 6% de todas as entregas no estudo feito pelos autores (LEMKE et al., 2021).

Consequentemente, a poluição ambiental é aumentada como resultado da combustão desnecessária de combustível e do maior congestionamento (LE et al., 2019; LEMKE et al.,

2021). Além disso, um alto índice de falhas de entrega por causa do não-comparecimento do cliente, transforma-se em uma perda de eficiência logística considerável, principalmente para alimentos perecíveis (PAN et al., 2017). Por isso, o autor recomenda buscar a causa raiz da ausência do destinatário. (LEMKE et al., 2021) Sabe-se que nos finais de semana, a possibilidade de portas trancadas aumenta (OTTER et al., 2017b).

De fato, esse problema de falha na entrega de pacotes é muito comum e está associado a severos impactos ambientais negativos. As taxas de falha de 10% aumentam a emissão de CO₂ em 15%, em média, e quando a porcentagem de falha é elevada para 50%, as emissões vão para 75% a mais. No Reino Unido, cerca de 12 a 60% das encomendas tem a entrega não executada. Mais especificamente, o êxito de entrega na primeira vez é de cerca de 12%, enquanto 2%, em média, são devolvidos ao centro de distribuição central por não conseguirem ter conclusão na entrega ao cliente. (BOSONA, 2020)

A expansão de modelos de entrega ambientalmente sustentáveis também encontra barreiras devido à falta de estudos. Como os autores Trott et al. (2021b) concluíram “a falta de estudos faz com que a implementação de última milha ambientalmente sustentável seja desencorajada”. O armário móvel por exemplo, ainda está em fase muito inicial de desenvolvimento e diversos componentes técnicos, como a direção autônoma, não alcançaram níveis aceitáveis pelo mercado (SCHWERDFEGER; BOYSEN, 2020). (E4 – Falta de estudos sobre o uso de armário móveis.)

Ainda a respeito da infraestrutura, algumas cidades possuem a realidade de ter falta de locais ou galpões para implementar centros de consolidação urbana. Na parte antiga da cidade de Bilbao, na Espanha, por exemplo, a falta de instalações nas proximidades dificulta a expansão dessa prática (ÁLVAREZ; DE LA CALLE, 2011). Da mesma forma, existe a falta de disponibilidade de estabelecimentos comerciais para abrigar os pontos de coleta (SOUZA et al., 2020). (E5 – Faltam espaços para localizar centros de consolidação urbana e pontos de coleta.)

Ademais, a falta de infraestrutura para ciclistas e pedestres pode desencorajar as pessoas a irem buscar os seus produtos nos pontos de coleta e entrega a pé ou de bicicleta. Por exemplo, em Christchurch, na Nova Zelândia, atualmente apenas 0,2% do comprimento total da estrada em Christchurch tem ciclovias protegidas. Mais especificamente, faixas com cabeços, meios-fios ou outras barreiras que separam fisicamente a ciclovia das faixas de veículos. Isso, por fim, promove a ida até os pontos de coleta com veículos que emitem mais

poluição (KEDIA; KUSUMASTUTI; NICHOLSON, 2017). (E6 – Faltam faixas para pedestres e ciclovias seguras.)

Posto isso, abaixo segue o quadro 6, onde estão listadas as barreiras referentes a etapa de entregas, com a sua descrição individual, classificação (entre interna ou externa), e por fim, os autores dentro do portfólio que relataram sobre ela.

Quadro 6 - Barreiras na etapa 'entregas'

Cat.	Barreira	Descrição	Class.	Autores
E1	Falta da aceitação do uso de armário de pacote móvel pelos clientes.	Consumidor não aceita informar seu paradeiro em potencial e/ou ir buscar o seu pedido. Os que aceitam, ficam insatisfeitos quando o armário de pacotes não está no local e no horário combinado.	Externa	Schwerdfeger; Boysen, 2020; Souza et al., 2020.
		Falta de estacionamento perto do armário de pacote para o cliente e que seja seguro.	Interna	González-Varona et al., 2020; Kedia; Kusumastuti; Nicholson, 2017; Souza et al., 2020.
E2	Consumidor não aceita receber o pacote em pontos de coleta.	Preferência por receber o pacote em casa, impede a expansão dos modelos inovadores ambientalmente sustentáveis como o armário de pacote (que evita a poluição emitida pelo veículo no trajeto até a casa do cliente).	Externa	Otter et al, 2017; Kedia; Kusumastuti; Nicholson, 2017.
E3	Falha na entrega traz consequências negativas como mais emissões ambientais.	Uma nova tentativa se faz necessária e mais transporte é usado.	Externa	Lemke et al., 2021; Schwerdfeger; Boysen, 2020; Pan et al., 2017; Otter et al, 2017; Bosona, 2020; Le et al., 2019.
E4	Falta de estudos sobre o uso de armário móveis.	Desencoraja a implementação de última milha ambientalmente sustentável.	Externa	Schwerdfeger; Boysen, 2020; Trott et al., 2021.
E5	Faltam espaços para localizar centros de consolidação urbana e pontos de coleta.	Algumas cidades não possuem mais galpões disponíveis. Isso dificulta a expansão dessas práticas logísticas.	Externa	Alvarez; De La Calle, 2011; Souza et al., 2020.
E6	Faltam faixas para pedestres e ciclovias seguras.	Encoraja o uso de carro para ir buscar os pacotes nos pontos de coleta. Ou seja, a poluição ambiental não é evitada.	Externa	Kedia; Kusumastuti; Nicholson, 2017.

Fonte: Autora

4.3 FRAMEWORK CONCEITUAL

As barreiras foram identificadas e categorizadas, conforme descrito anteriormente, em quatro grupos: ‘gestão’, ‘armazenagem, separação de pedidos e embalagens’, ‘transporte’ e

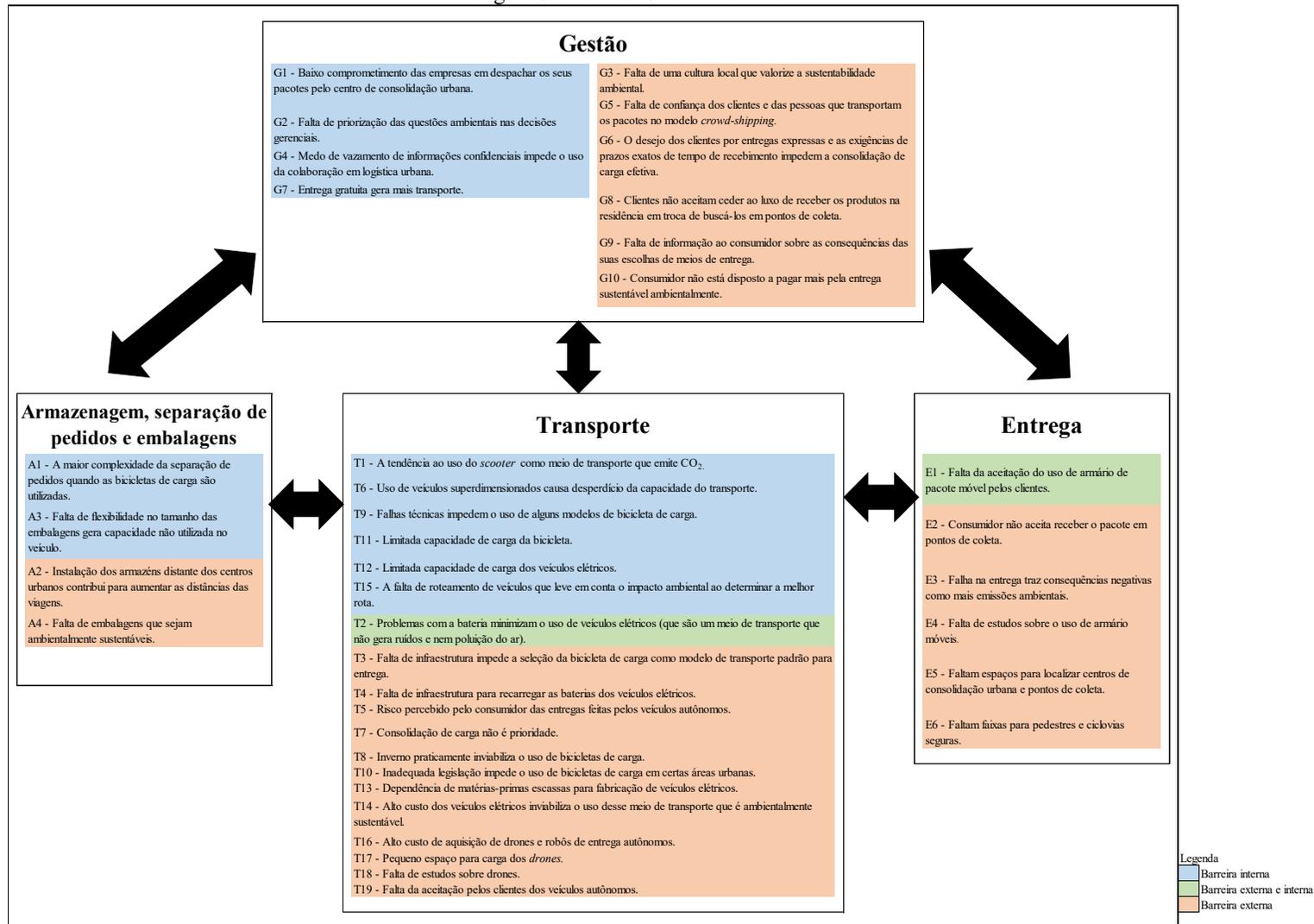
‘entrega’. Assim que essa etapa foi finalizada, um *framework* conceitual foi produzido pautado na classificação já realizada. A intenção é auxiliar na visualização do contexto de cada obstáculo citado neste trabalho.

Ao analisar o cenário geral, nota-se que todas as categorias são correlacionadas entre todas elas, já que na prática, uma ação em uma etapa tem repercussões nas outras. Esta relação está demonstrada visualmente através de setas.

Por exemplo, quanto às ações gerenciais, elas influenciam muito todas as categorias, assim como também são influenciadas por elas. Impedimentos como “falta de priorização das questões ambientais nas decisões gerenciais” trazem consequências ao transporte quando, hipoteticamente, o gestor decide não comprar carros elétricos por priorizar outra área que necessita de investimentos dentro da empresa. Também podem interferir na sustentabilidade ambiental da etapa do armazém ao decidir não investir em embalagens ambientalmente sustentáveis.

Ademais, as barreiras foram destacadas com cores: azul para indicar as internas, avermelhado para as externas e verde para as que possuem carácter interno e externo. Dessa forma, é possível perceber rapidamente a enorme relevância dos impedimentos externos, onde ao total são 25, em relação aos 12 internos e 2 com aspectos mistos.

Sendo assim, o resultado do *framework* conceitual está na Figura 3.

Figura 3 - *Framework* conceitual

Fonte: Autora

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são apresentados a conclusão, limitações e as recomendações para futuras pesquisas. Na subseção ‘conclusão’ é abordada uma revisão do método utilizado nesta monografia e os resultados obtidos com ele. Já em ‘limitações e futuras pesquisas’, é discorrido sobre as limitações encontradas para a elaboração desta monografia, e sobre as lacunas encontradas durante o presente estudo e, com isso, recomendações são feitas para futuras pesquisas na área.

5.1 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do universo das compras *online* já estava acontecendo antes da pandemia; entretanto, depois dela, houve uma expansão extraordinária. Com isso, as empresas precisaram inovar em setores como a logística, em especial a da última milha. Unindo a esse fator, está a necessidade das empresas de exercer as suas atividades de maneira ambientalmente mais sustentável.

Logo, a sustentabilidade ambiental na logística de última milha é um assunto de cada vez mais urgente. Carros elétricos e modelos de entrega inovadores como armário de pacotes já estão disponíveis no mercado. Porém, a implantação de soluções como essas, ambientalmente sustentáveis na logística da última milha, está enfrentando algumas barreiras. Além disso, o tema “sustentabilidade na logística da última milha” é recente e está sendo considerado um tópico de alta tendência para pesquisas acadêmicas.

Por isso, o objetivo deste trabalho foi encontrar “Quais são as principais barreiras que as empresas, no ramo de e-commerce, enfrentam para implementar ações de sustentabilidade ambiental na logística da última milha?”. E os objetivos específicos foram: conceituar logística de última milha no contexto de e-commerce; conceituar sustentabilidade, sustentabilidade ambiental e logística de última milha sustentável, e, por fim, criar um framework conceitual de barreiras da sustentabilidade ambiental de última milha, com categorias de barreiras.

Portanto, esta monografia alcançou os seus objetivos, tanto geral quanto específicos, como pode ser visto no quadro 7. Além de também ter contribuído para a literatura e para o desenvolvimento da área ao destacar as principais barreiras e ilustrá-las através do *framework* conceitual.

Quadro 7 - Alcance dos objetivos

Objetivos	Alcance do objetivo
Objetivo específico 1: conceituar logística de última milha no contexto de e-commerce.	Este objetivo específico foi atingido no capítulo 2, tópico 2.2, onde são abordadas a definição da logística de última milha e as atividades as quais a compõem.
Objetivo específico 2: conceituar sustentabilidade, sustentabilidade ambiental e logística de última milha sustentável.	Este objetivo específico foi atingido no capítulo 2, tópicos 2.1, e 2.3, onde os assuntos são aprofundados com base da literatura.
Objetivo específico 3: criar um <i>framework</i> conceitual de barreiras da sustentabilidade ambiental de última milha, com categorias de barreiras.	Este objetivo específico foi atingido no capítulo 4, tópico 4.3, onde o <i>framework</i> está exposto.
Objetivo geral: identificar as principais barreiras para a implementação de práticas de sustentabilidade ambiental na logística de última milha encontradas por empresas de e-commerce.	Esse objetivo é atendido especialmente no capítulo 4, onde são descritas as principais barreiras encontradas na literatura.

Fonte: Autora

5.2 FUTURAS PESQUISAS

A presente monografia tem caráter unicamente teórico, já que todas as conclusões foram baseadas em pesquisas publicadas. Portanto, é oportuna a sugestão para que futuras pesquisas sejam realizadas em campo para validar os resultados deste trabalho. Isso poderá ser realizado através de estudos de caso múltiplo, pesquisa ação, ou até mesmo com um levantamento tipo *survey* para validar as barreiras na prática.

Outra possível linha para aprofundar os resultados desta pesquisa seria a validação do *framework* proposto com *experts* da área, para confirmar e melhor entender as proposições de relação entre as barreiras. Ainda, poderiam ser desenvolvidos estudos comparativos sobre estas barreiras em diferentes países que levassem em consideração a infraestrutura logística e aspectos humanos, sociais e culturais.

Além disso, é interessante notar que o foco foi inteiramente na dimensão ambiental da sustentabilidade. Logo, trabalhos posteriores podem elaborar a mesma pesquisa nos outros dois pilares: social e econômico. Por exemplo, trabalhar nas consequências para a saúde humana da falta de sustentabilidade na última milha, que é um tema emergente e necessário.

Por fim, destaca-se que o assunto está em ascensão na literatura. Logo, muitos trabalhos posteriores a este serão publicados com novos entendimentos. Portanto, será muito válido o trabalho que atualizar os resultados aqui obtidos com as novas contribuições.

REFERÊNCIAS

ACCORSI, R.; MANZINI, R.; MARANESI, F. A decision-support system for the design and management of warehousing systems. **Computers in Industry**, v. 65, n. 1, p. 175–186, 2014.

ALHADDI, H. Triple Bottom Line and Sustainability: A Literature Review. **Business and Management Studies**, v. 1, n. 2, p. 6–10, 3 abr. 2015.

ALKAABNEH, F.; DIABAT, A.; GAO, H. O. Benders decomposition for the inventory vehicle routing problem with perishable products and environmental costs. **Computers & Operations Research**, v. 113, p. 104751, 1 jan. 2020.

ALLEN, J. et al. Enabling a Freight Traffic Controller for Collaborative Multidrop Urban Logistics: Practical and Theoretical Challenges. **Transportation Research Record**, v. 2609, n. 1, p. 77–84, 1 jan. 2017.

ALVAREZ, E.; DE LA CALLE, A. Sustainable practices in urban freight distribution in Bilbao. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 4, n. 3, p. 538–553, 30 out. 2011.

ÁLVAREZ, E.; DE LA CALLE, A. Sustainable practices in urban freight distribution in Bilbao. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 4, n. 3, p. 538–553, 2011.

ARVIDSSON, N. The milk run revisited: A load factor paradox with economic and environmental implications for urban freight transport. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 51, p. 56–62, 2013.

BALDI, M. M. et al. A Generalized Bin Packing Problem for parcel delivery in last-mile logistics. **European Journal of Operational Research**, v. 274, n. 3, p. 990–999, 2019.

BATES, O. et al. **Transforming last-mile logistics: Opportunities for more sustainable deliveries**. Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings. **Anais...Association for Computing Machinery**, 20 abr. 2018

BENITES, L. L. L.; POLO, E. F. A sustentabilidade como ferramenta estratégica empresarial: governança corporativa e aplicação do Triple Bottom Line na Masisa. **Revista de Administração da UFSM**, v. 6, p. 195–210, 2013.

BOSONA, T. Urban Freight Last Mile Logistics—Challenges and Opportunities to Improve Sustainability: A Literature Review. **Sustainability**, v. 12, n. 21, p. 8769, 22 out. 2020.

BOUZON, M. Evaluating Drivers and Barriers for Reverse Logistics Implementation Under a Multiple Stakeholders' Perspective Analysis Using Grey-Dematel Approach. p. 207,

2015.

BROTCORNE, L. et al. A Managerial Analysis of Urban Parcel Delivery: A Lean Business Approach. **Sustainability**, v. 11, n. 12, p. 3439, 22 jun. 2019.

BRUZZONE, F.; CAVALLARO, F.; NOCERA, S. The integration of passenger and freight transport for first-last mile operations. **Transport Policy**, v. 100, p. 31–48, 2021.

BULDEO RAI, H.; VERLINDE, S.; MACHARIS, C. The “next day, free delivery” myth unravelled: Possibilities for sustainable last mile transport in an omnichannel environment. **International Journal of Retail & Distribution Management**, v. 47, n. 1, p. 39–54, 1 jan. 2019.

CASTILLO, O.; ÁLVAREZ, R.; DOMINGO, R. Opportunities and Barriers of Hydrogen–Electric Hybrid Powertrain Vans: A Systematic Literature Review. **Processes**, v. 8, n. 10, p. 1261, 7 out. 2020.

COUTINHO, R. M. et al. A CRITICAL REVIEW ON LEAN GREEN PRODUCT DEVELOPMENT: STATE OF ART AND PROPOSED CONCEPTUAL FRAMEWORK. **Environmental Engineering and Management Journal**, v. 18, n. 11, p. 2319–2333, 2019.

DA SILVA, M. et al. Logística Portuária: Revisão Sistemática De Literatura Utilizando O Método Prisma Port Logistics : Systematic Literature Review Using the Prisma Method. 2020.

DE BORBA, J. L. G. et al. Barriers in omnichannel retailing returns: a conceptual framework. **International Journal of Retail & Distribution Management**, v. 49, n. 1, p. 121–143, 29 out. 2020.

DOLATI NEGHBADI, P.; EVRARD SAMUEL, K.; ESPINOUSE, M.-L. Systematic literature review on city logistics: overview, classification and analysis. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 3, p. 865–887, 1 fev. 2019.

DYBDALEN, Å.; RYENG, E. O. Understanding how to ensure efficient operation of cargo bikes on winter roads. **Research in Transportation Business & Management**, p. 100652, 3 abr. 2021.

EDWARDS, J.; MCKINNON, A.; CULLINANE, S. Comparative carbon auditing of conventional and online retail supply chains: a review of methodological issues. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 16, n. 1, p. 57–63, 25 jan. 2011.

EHMKE, J.; CHRISTIAN, D. Vehicle routing for attended home delivery in city logistics. v. 39, p. 622–632, 2012.

EHLER, V. C.; SCHÖDER, D.; SEIDEL, S. Challenges and perspectives for the use

of electric vehicles for last mile logistics of grocery e-commerce – Findings from case studies in Germany. **Research in Transportation Economics**, p. 100757, nov. 2019.

EHRLER, V. C.; SCHÖDER, D.; SEIDEL, S. Challenges and perspectives for the use of electric vehicles for last mile logistics of grocery e-commerce – Findings from case studies in Germany. **Research in Transportation Economics**, v. 87, p. 100757, 1 jun. 2021.

ELKINGTON, J. **Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business**. [s.l.] New Society Publishers, 1997.

ESCURSELL, S.; LLORACH-MASSANA, P.; RONCERO, M. B. Sustainability in e-commerce packaging: A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 280, p. 17, 2021.

FAUZI, H.; SVENSSON, G.; RAHMAN, A. A. “Triple bottom line” as “sustainable corporate performance”: A proposition for the future. **Sustainability**, v. 2, n. 5, p. 1345–1360, 2010.

FINNEGAN, C. et al. Urban Freight in Dublin City Center, Ireland: Survey Analysis and Strategy Evaluation. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, Transportation Research Record. v. 1906, p. 33–41, jan. 2005.

GALATI, A. et al. Exploring the feasibility of introducing electric freight vehicles in the short food supply chain: A multi-stakeholder approach. **Case Studies on Transport Policy**, v. 9, n. 2, p. 950–957, 1 jun. 2021.

GARCÍA, M. et al. E-commerce Packaging. Barcelona. 2019.

GATTA, V. et al. E-Groceries: A Channel Choice Analysis in Shanghai. **Sustainability**, v. 13, n. 7, p. 3625, 24 mar. 2021.

GEVAERS, R.; VAN DE VOORDE, E.; VANELSLANDER, T. Characteristics of Innovations in Last Mile Logistics - Using Best Practices, Case Studies and Making the Link with Green and Sustainable Logistics. **Association for European Transport and contributors**, n. October, p. 1–8, 2009.

GIRET, A. et al. A crowdsourcing approach for sustainable last mile delivery. **Sustainability (Switzerland)**, v. 10, n. 12, 2018.

GLAVIČ, P.; LUKMAN, R. Review of sustainability terms and their definitions. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, n. 18, p. 1875–1885, 1 dez. 2007.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 3, p. 20–29, 2021.

GONZÁLEZ-VARONA, J. M. et al. Reusing newspaper kiosks for last-mile delivery in urban areas. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 22, p. 1–27, 2020.

GOVINDAN, K.; BOUZON, M. From a literature review to a multi-perspective framework for reverse logistics barriers and drivers. **Journal of Cleaner Production**, v. 187, p. 318–337, 2018.

GOVINDAN, K.; KHODAVERDI, R.; JAFARIAN, A. A fuzzy multi criteria approach for measuring sustainability performance of a supplier based on triple bottom line approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 345–354, 2013.

GRUŽAUSKAS, V.; BASKUTIS, S.; NAVICKAS, V. Minimizing the trade-off between sustainability and cost effective performance by using autonomous vehicles. **Journal of Cleaner Production**, v. 184, p. 709–717, 20 maio 2018.

GUO, X. et al. On integrating crowdsourced delivery in last-mile logistics: A simulation study to quantify its feasibility. **Journal of Cleaner Production**, v. 241, 2019.

HALLDÓRSSON, Á.; WEHNER, J. Last-mile logistics fulfilment: A framework for energy efficiency. **Research in Transportation Business and Management**, v. 37, 2020.

HESSE, M. Shipping news: The implications of electronic commerce for logistics and freight transport. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 36, n. 3, p. 211–240, 2002.

KAPSER, S.; ABDELRAHMAN, M. Acceptance of autonomous delivery vehicles for last-mile delivery in Germany – Extending UTAUT2 with risk perceptions. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 111, p. 210–225, 2020a.

KAPSER, S.; ABDELRAHMAN, M. Acceptance of autonomous delivery vehicles for last-mile delivery in Germany – Extending UTAUT2 with risk perceptions. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 111, p. 210–225, 1 fev. 2020b.

KEDIA, A.; KUSUMASTUTI, D.; NICHOLSON, A. Acceptability of collection and delivery points from consumers' perspective: A qualitative case study of Christchurch city. **Case Studies on Transport Policy**, v. 5, n. 4, p. 587–595, 2017.

KIM, N. et al. Hyperconnected urban fulfillment and delivery. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 145, p. 102104, jan. 2021.

KIM, R. Y. The Impact of COVID-19 on Consumers: Preparing for Digital Sales. **IEEE Engineering Management Review**, v. 48, n. 3, p. 212–218, 2020.

KIN, B. et al. Modelling alternative distribution set-ups for fragmented last mile transport: Towards more efficient and sustainable urban freight transport. **Case Studies on Transport Policy**, v. 6, n. 1, p. 125–132, 2018.

KIRSCHSTEIN, T. Comparison of energy demands of drone-based and ground-based parcel delivery services. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v.

78, p. 102209, 1 jan. 2020.

LAZAREVIC, D. et al. New express delivery service and its impact on CO2 emissions. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 2, 2020.

LE, T. V et al. Supply, demand, operations, and management of crowd-shipping services: A review and empirical evidence. **Transportation Research Part C-Emerging Technologies**, v. 103, p. 83–103, 2019.

LEBEAU, P. et al. Implementing electric vehicles in urban distribution: A discrete event simulation. **World Electric Vehicle Journal**, v. 6, n. 1, p. 38–47, 29 mar. 2013.

LEMKE, J. et al. Six Sigma in Urban Logistics Management—A Case Study. **Sustainability**, v. 13, n. 8, p. 4302, 13 abr. 2021.

LETNIK, T. et al. Dynamic management of loading bays for energy efficient urban freight deliveries. **Energy**, v. 159, p. 916–928, 2018.

LEUNG, K. H. et al. A B2C e-commerce intelligent system for re-engineering the e-order fulfilment process. **Expert Systems with Applications**, v. 91, p. 386–401, 2018.

LEYERER, M. et al. Decision support for sustainable and resilience-oriented urban parcel delivery. **EURO Journal on Decision Processes**, v. 7, n. 3–4, p. 267–300, 6 nov. 2019.

LIAO, Y. et al. Past, present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal. **International Journal of Production Research**, v. 55, n. 12, p. 3609–3629, 2017.

LIM, S. F. W. T.; JIN, X.; SRAI, J. S. Consumer-driven e-commerce: A literature review, design framework, and research agenda on last-mile logistics models. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 48, n. 3, p. 308–332, 2018.

LIU, D. et al. Design of sustainable urban electronic grocery distribution network. **Alexandria Engineering Journal**, v. 60, n. 1, p. 145–157, 1 fev. 2021.

MAKING, R. D. et al. Real-Time Decision Making in First Mile and Last Mile Logistics : How Smart Scheduling Affects Energy Efficiency of Hyperconnected Supply Chain Solutions. 2018.

MANERBA, D.; MANSINI, R.; ZANOTTI, R. Attended Home Delivery: reducing last-mile environmental impact by changing customer habits. **IFAC-PapersOnLine**, v. 51, n. 5, p. 55–60, 2018a.

MANERBA, D.; MANSINI, R.; ZANOTTI, R. Attended Home Delivery: reducing last-mile environmental impact by changing customer habits. **IFAC-PapersOnLine**, v. 51, n. 5, p. 55–60, 2018b.

MCLEOD, F. N. et al. Quantifying environmental and financial benefits of using porters and cycle couriers for last-mile parcel delivery. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 82, 2020a.

MCLEOD, F. N. et al. Quantifying environmental and financial benefits of using porters and cycle couriers for last-mile parcel delivery. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 82, p. 102311, 1 maio 2020b.

MOHER, D. et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. **International Journal of Surgery**, v. 8, n. 5, p. 336–341, 2010.

MONCEF, B.; MONNET DUPUY, M. Last-mile logistics in the sharing economy: sustainability paradoxes. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 51, n. 5, p. 508–527, 2021.

MUCOWSKA, M. Trends of Environmentally Sustainable Solutions of Urban Last-Mile Deliveries on the E-Commerce Market—A Literature Review. **Sustainability**, v. 13, n. 11, p. 5894, 24 maio 2021.

MURRAY, C. C.; CHU, A. G. The flying sidekick traveling salesman problem: Optimization of drone-assisted parcel delivery. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 54, p. 86–109, 1 maio 2015.

NENNI, M. E.; SFORZA, A.; STERLE, C. Sustainability-based review of urban freight models. **Soft Computing**, v. 23, n. 9, p. 2899–2909, 2019.

NORDTØMME, M.; BJERKAN, K. Y.; SUND, A. B. Barriers to urban freight policy implementation : The case of urban consolidation center in Oslo. v. 44, p. 179–186, 2015.

OLSSON, J.; HELLSTRÖM, D.; PÅLSSON, H. Framework of Last Mile Logistics Research: A Systematic Review of the Literature. **Sustainability**, v. 11, n. 24, p. 7131, 12 dez. 2019.

OTTER, C. et al. Towards sustainable logistics: Study of alternative delivery facets. **Entrepreneurship and Sustainability Issues**, v. 4, n. 4, p. 460–476, 2017a.

OTTER, C. et al. Towards sustainable logistics: study of alternative delivery facets. **Entrepreneurship and Sustainability Issues**, v. 4, n. 4, p. 460–476, 30 jun. 2017b.

PADDEU, D. The Bristol-Bath Urban freight Consolidation Centre from the perspective of its users. **Case Studies on Transport Policy**, v. 5, n. 3, p. 483–491, 2017.

PAN, S. et al. Using customer-related data to enhance e-grocery home delivery. **Industrial Management & Data Systems**, v. 117, n. 9, p. 1917–1933, 16 out. 2017.

PATELLA, S. M. et al. The adoption of green vehicles in last mile logistics: A

systematic review. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 1, p. 1–29, 2021.

PURVIS, B.; MAO, Y.; ROBINSON, D. Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. **Sustainability Science**, v. 14, n. 3, p. 681–695, 2019.

QI, W. et al. Shared mobility for last-mile delivery: Design, operational prescriptions, and environmental impact. **Manufacturing and Service Operations Management**, v. 20, n. 4, p. 737–751, 2018.

REN, R. et al. A Systematic Literature Review of Green and Sustainable Logistics : Bibliometric Analysis , Research Trend and Knowledge Taxonomy. 2019.

RESAT, H. G. Design and Analysis of Novel Hybrid Multi-Objective Optimization Approach for Data-Driven Sustainable Delivery Systems. **IEEE Access**, v. 8, p. 90280–90293, 2020.

REYES, D.; SAVELSBERGH, M.; TORIELLO, A. Vehicle routing with roaming delivery locations. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 80, p. 71–91, jul. 2017.

REZGUI, D. et al. Application of a variable neighborhood search algorithm to a fleet size and mix vehicle routing problem with electric modular vehicles. **Computers & Industrial Engineering**, v. 130, p. 537–550, 1 abr. 2019.

ROSENBERG, L. N. et al. Introducing the shared micro-depot network for last-mile logistics. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 4, p. 1–21, 2021.

SANCHES, C. S. Gestão ambiental proativa. **Revista de Administração de Empresas**, v. 40, n. 1, p. 76–87, 2000.

SCHNEIDER, M.; STENGER, A.; GOEKE, D. The Electric Vehicle-Routing Problem with Time Windows and Recharging Stations. **Energy and Transportation**, v. 48, n. 4, p. 465–694, 2014.

SCHWERDFEGER, S.; BOYSEN, N. Optimizing the changing locations of mobile parcel lockers in last-mile distribution. **European Journal of Operational Research**, v. 285, n. 3, p. 1077–1094, 16 set. 2020.

SELLTIZ, C.; COOK; WRIGHTSMAN, L. S. Métodos de pesquisa nas relações sociais: Delineamentos de pesquisa. v. 2, p. 136, 1974.

SETTEY, T. et al. The Growth of E-Commerce Due to COVID-19 and the Need for Urban Logistics Centers Using Electric Vehicles: Bratislava Case Study. **Sustainability**, v. 13, n. 10, p. 5357, 11 maio 2021.

SEURING, S.; MÜLLER, M. From a literature review to a conceptual framework for

sustainable supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 15, p. 1699–1710, out. 2008.

SOUZA, C. D. O. et al. Soluções para o transporte urbano de cargas na etapa de última milha. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, p. 1–16, 2020.

SPANGENBERG, J. H. Economic sustainability of the economy: Concepts and indicators. **International Journal of Sustainable Development**, v. 8, n. 1–2, p. 47–64, 2005.

STRALE, M. Sustainable urban logistics: What are we talking about? **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 130, n. October, p. 745–751, 2019.

SUH, K.; SMITH, T.; LINHOF, M. Leveraging Socially Networked Mobile ICT Platforms for the Last- Mile Delivery Problem. **Environmental Science & Technology**, v. 46, n. 17, p. 9481–9490, 2012.

SVADLENKA, L. et al. Picture Fuzzy Decision-Making Approach for Sustainable Last-Mile Delivery. **IEEE Access**, v. 8, p. 209393–209414, 2020.

TOY, J. et al. DHL Trend Radar. **DHL Customer Solutions & Innovation**, v. 5th, p. 1–84, 2020.

TROTT, M. et al. Evaluating the role of commercial parking bays for urban stakeholders on last-mile deliveries – A consideration of various sustainability aspects. **Journal of Cleaner Production**, v. 312, n. December 2020, p. 127462, ago. 2021a.

TROTT, M. et al. Evaluating the role of commercial parking bays for urban stakeholders on last-mile deliveries – A consideration of various sustainability aspects. **Journal of Cleaner Production**, v. 312, p. 127462, 20 ago. 2021b.

UHLMANN, I. R.; FRAZZON, E. M. Production rescheduling review: Opportunities for industrial integration and practical applications. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 49, n. September, p. 186–193, 2018.

VAN SCHAGEN, J.; GOH, M.; DE SOUZA, R. Collaboration in urban logistics: motivations and barriers. **International Journal of Urban Sciences**, v. 18, n. 2, p. 278–290, 2014.

VERMA, A. **Electric vehicle routing problem with time windows , recharging stations and battery swapping stations**. [s.l.] THE AUTHORS. Published by Elsevier on behalf of the Association of European Operational Research Societies (EURO)., 2018. v. 7

VILLA, R.; MONZÓN, A. Mobility Restrictions and E-Commerce: Holistic Balance in Madrid Centre during COVID-19 Lockdown. **Economies**, v. 9, n. 2, p. 57, 13 abr. 2021.

VISSER, J.; NEMOTO, T.; BROWNE, M. Home Delivery and the Impacts on Urban

Freight Transport : A Review. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 125, p. 15–27, 2014.

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, 12 ago. 2020.

WCED. Relatório Brundtland. **Enciclopédia Britânica**, p. 1–2, 2016.

WEHNER, J. Energy Efficiency in Logistics: An Interactive Approach to Capacity Utilisation. **Sustainability**, v. 10, n. 6, p. 1727, 25 maio 2018.