



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES

FRANCISCO JOSÉ PINHEIRO SANTOS

**PARCEL LOCKERS E PICK-UP POINTS EMPREGADOS COMO
ESTRATÉGICA LOGÍSTICA: OS EFEITOS DA ESTRATÉGIA EM
TERMOS AMBIENTAIS**

FORTALEZA
2022

FRANCISCO JOSÉ PINHEIRO SANTOS

PARCEL LOCKERS E PICK-UP POINTS EMPREGADOS COMO ESTRATÉGICA
LOGÍSTICA: OS EFEITOS DA ESTRATÉGIA EM TERMOS AMBIENTAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes. Área de Concentração: Planejamento e Operação de Sistemas de Transportes.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Vieira Bertoncini.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S235p Santos, Francisco José Pinheiro.
Parcel Lockers e Pick-up Points empregados como estratégia logística: Os efeitos da estratégia em termos ambientais / Francisco José Pinheiro Santos. – 2022.
176 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Fortaleza, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Bruno Vieira Bertoncini.
1. Parcel Lockers. 2. Pick-up Points. 3. Transporte Urbano de Carga. 4. Sustentabilidade.
I. Título.

CDD 388

FRANCISCO JOSÉ PINHEIRO SANTOS

PARCEL LOCKERS E PICK-UP POINTS EMPREGADOS COMO ESTRATÉGICA
LOGÍSTICA: OS EFEITOS DA ESTRATÉGIA EM TERMOS AMBIENTAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes. Área de Concentração: Planejamento e Operação de Sistemas de Transportes.

Aprovada em: 26/07/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Bruno Vieira Bertoncini (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Francisco Moraes de Oliveira Neto (Examinador Interno)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Breno Barros Telles do Carmo (Examinador Externo)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai Cel. Santos (*in memoriam*) e minha mãe Fátima por todo carinho e valores familiares que estruturaram a minha caminhada para todos os meus sonhos e objetivos de vida.

Aos meus irmãos Vera e Dr. José Benedito que sempre estiveram ao meu lado em apoio incondicional. Aos meus sobrinhos Vittório, Isabella, Marina e Maria por trazerem novas alegrias e energias joviais.

Ao Prof. Dr. Bruno Bertoncini, orientador e incentivador, pela atenção, suporte e orientação no desenvolvimento deste trabalho. A ele atribuo a alcunha de Soberano como o nosso Tricolor Paulista.

Ao mestre Silvio Alvim, cujas as críticas e sugestões foram de suma importância para o produto final.

Aos pesquisadores do TRAMA – Transportes e Meio Ambiente, pelo apoio e incentivo.

Aos docentes e discentes do PETRAN – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transporte – UFC, que me ajudaram durante essa jornada de crescimento pessoal e profissional na qual permitiu a concretização deste trabalho.

Em especial a minha esposa Luciene Lacerda, pelo suporte, amor e exemplo de vida. Sem ela este projeto não teria sido possível.

E por último a minha auditora de trabalho e parceira nas caminhadas noturnas de ócio criativo, a minha filha canina Greta.

RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo propor um método de análise dos impactos ambientais, no aspecto de emissão de dióxido de carbono, decorrente da adoção de “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”, como estratégia logística. Essa incitação é em virtude do surgimento do *e-commerce*, que está modificando o ciclo tradicional da logística urbana de cargas. Essa nova conjuntura, potencializada pelo período pandêmico da COVID-19, está sobrecarregando o transporte urbano de cargas pela crescente demanda de entregas nos domicílios, com isso, impactando a sustentabilidade da cadeia logística, causando efeitos danosos ao meio ambiente e à saúde humana. Para o alcance do objetivo foi conduzida uma revisão do estado da arte (Bibliometrix), na qual foi evidenciado as melhores práticas que buscam a sustentabilidade no TUC através da inserção de novas tecnologias que auxiliam o transporte urbano de carga, com destaque neste estudo as “PP” e “APS”. O passo subsequente foi conceber e aplicar (via internet) uma pesquisa exploratória de modelo de escolha discreta e preferência declarada com o propósito de realizar uma análise descritiva socioeconômica, do perfil de compras de consumidores do *e-commerce* e das primaciais preferências consideradas no momento da escolha do método de entrega dos pedidos. A repercussão do questionário apontou que os consumidores do canal online estão estratificados em nível renda familiar bem acima quando comparado a população nacional. Os adquirentes possuem o hábito de realizar compras mensalmente e priorizam os atributos de valor do custo de frete, prazo de entrega e acessibilidade de entrega. A revisão bibliográfica e os resultados da pesquisa asseguraram um arcabouço de fundamentos que permitiu a concepção da modelagem de estudo de sete cenários. A simulação desses cenários teve a finalidade de avaliar as implicações ambientais dos “Pick-up Points” nas operações logísticas urbanas de um varejista de comércio eletrônico de “Material de Construção”. Os resultados apontaram redução na emissão veicular em até 90% em relação ao processo sem a disponibilização dos serviços “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”, mas conforme configuração do processo, há perda de nível de serviço que pode afetar a decisão do cliente no momento da escolha pela entrega através das “PP`s”.

Palavras-chave: Parcel Lockers, Pick-up Points, Transporte Urbano de Carga, Sustentabilidade.

ABSTRACT

This work aims to propose a method of analysis of environmental impacts, in the aspect of carbon dioxide emission, resulting from the adoption of "Parcel Lockers" and "Pick-up Points", as a logistics strategy. This encouragement is due to the changes that have been happening in the mode of acquisition of products and services by consumers with the advent of e-commerce, which is changing the traditional process of urban freight logistics. This new conjuncture, intensified by the pandemic period of COVID-19, is overloading the urban freight transport due to the growing demand for home deliveries, promoting imbalances in the system and impacting the sustainability of the logistics chain, damaging the environment and human health. To accomplish the objective a review of the state of the art was conducted, which with the help of the Bibliometrix tool promoted a base of information and best practices that seek sustainability in TUC through the insertion of new technologies that help urban freight transport, with emphasis in this study on the "PP" and "APS". The subsequent step was to design and apply (internet) an exploratory survey of discrete choice model and stated preference with the purpose of performing a descriptive socioeconomic analysis, of the e-commerce consumers' purchasing profile and the primary preferences considered when choosing the method of delivery of orders. The repercussion of the survey indicated that consumers of the online channel are stratified in economic income level well above the average Brazilian population. The buyers have the habit of making monthly purchases and prioritize the attributes of freight cost value, delivery time, and delivery accessibility. The literature review and the survey results ensured a framework of fundamentals that allowed the conception of the modeling study of seven scenarios. The simulation of these scenarios had the purpose of evaluating the environmental implications of the "Pick-up Points" in the urban logistics operations of an e-commerce retailer of "Building Construction Material". The results indicated a reduction in vehicular emissions of up to 90% in relation to the process without the availability of "Parcel Lockers" and "Pick-up Points" services, but according to the configuration of the process, there is a loss of service level that can affect the customer's decision when choosing delivery through the "PP's".

Keywords: Parcel Lockers, Pick-up Points, Urban Freight Transport, Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo conceitual para o transporte urbano de carga sustentável.....	17
Figura 2 - Estratégia de pesquisa com a ferramenta “Bibliometrix”	23
Figura 3 - Base de trabalhos pelo “Bibliometrix” – Transporte urbano de carga (City Logistics)	26
Figura 4 - Produção científica anual – Transporte urbano de carga.....	27
Figura 5 - Nuvens de palavras – “City Logistics”	27
Figura 6 - Evolução temática – “City Logistics”	28
Figura 7 - Estrutura da modelagem da logística urbana.....	29
Figura 8 - Estrutura analítica para logística verde	31
Figura 9 - Base de trabalhos pelo “Bibliometrix” – Sustentabilidade Transporte Urbano de Carga	35
Figura 10 - Dendrograma de tópicos – Transporte urbano de carga sustentável	36
Figura 11 - Relação entre os procedimentos de planejamento.....	37
Figura 12 - Produção científica por país – Transporte urbano de carga sustentável.....	38
Figura 13 - Documentos com maior número de citações – Transporte urbano de carga sustentável	39
Figura 14 - Mapa de rede acoplamentos – Transporte urbano de carga sustentável.....	40
Figura 15 - Crescimento temático – Transporte urbano de carga sustentável.....	41
Figura 16 - Mapa temático: Inovação e-commerce e TUC.....	47
Figura 17 - Modelo de tomada de decisão para planejamento no TUC: Inclusão da análise comportamental das partes interessadas	50
Figura 18 - Base de trabalhos pelo “Bibliometrix” – “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”.....	52
Figura 19 - Evolução Científica Anual: “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”	54
Figura 20 - Plotagem de três campos: “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”	55
Figura 21 – TreeMap: “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”	56
Figura 22 - Modelos de “Parcel Lockers” (esquerda) e “Pick-up Points” (direita).....	57
Figura 23 - Rede de interações entre os temas – “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”...59	
Figura 24 - Mapa de Estrutura Conceitual (Método: MCA) – “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”	62
Figura 25 - Mapa Temático: “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”	70
Figura 26 - Metodologia	71
Figura 27 - Revisão Bibliográfica – “Bibliometrix”	72
Figura 28 - Modelo da Pesquisa Exploratória	76
Figura 29 - Cenários que compõe a seção “Preferência de método de entrega com a disponibilização de “Pick-up Points” e “Parcel Lockers”	81
Figura 30 - Modelagem do estudo.....	85
Figura 31 - Distribuição geográfica dos pedidos do estudo	86
Figura 32 - Modelo de “Pick-up Point” de produtos de Material de Construção.....	87
Figura 33 - Modelo conceitual do 1° cenário: Atual	90
Figura 34 - Modelo conceitual do 2° cenário: GFA.....	90
Figura 35 - Modelo conceitual do 3° cenário: Matriz OD de Fortaleza	91
Figura 36 - Modelo conceitual do 4° cenário: Segurança.....	92
Figura 37 - Modelo conceitual do 5° cenário: Nível de serviço de 1,5 km	93
Figura 38 - Modelo conceitual do 6° cenário: Nível de serviço de 3 km	94
Figura 39 - Modelo conceitual do 7° cenário: Nível de serviço de 3 km	94
Figura 40 - Função de consistência (esquerda) e caixa de erro (direita) do AnyLogistix®	98
Figura 41 - Fases da simulação	99
Figura 42 - Composição de gênero da amostra	109

Figura 43 - Composição faixa etária da amostra	110
Figura 44 - Composição renda familiar da amostra.....	111
Figura 45 - Número de pessoas que já compraram pela internet da amostra	112
Figura 46 - Periodicidade de compras online dos entrevistados da amostra	113
Figura 47 - Ticket Médio do valor das compras online dos entrevistados da amostra.	114
Figura 48 - Características de volume e peso das compras online dos entrevistados da amostra.....	115
Figura 49 - Ranking de atratividade dos atributos de entrega dos entrevistados da amostra	116
Figura 50 - Concepção em relação às emissões de poluentes oriundos da entrega de pedidos online dos entrevistados da amostra.....	117
Figura 51 - Universo dos entrevistados da amostra que já utilizaram serviços de “Pick-up Points”	118
Figura 52 - Escolha de sequência dos entrevistados da amostra para preenchimento da última seção da enquete.....	119
Figura 53 - Atributos e Resultados do Cenário 1.....	120
Figura 54 - Atributos e Resultados do Cenário 2.....	120
Figura 55 - Atributos e Resultados do Cenário 3.....	121
Figura 56 - Atributos e Resultados do Cenário 4.....	122
Figura 57 - Atributos e Resultados do Cenário 5.....	122
Figura 58 - Localização do CD e base de pedidos	125
Figura 59 - Localização da “Pick-up Point” utilizando GFA	126
Figura 60 - Localização da “Pick-up Point” utilizando GFA	127
Figura 61 - Matriz OD de viagens da Cidade de Fortaleza por motivo “Trabalho”	129
Figura 62 - Localização da “Pick-up Point” pela matriz OD de Fortaleza	129
Figura 63 - Localização dos bairros que compõem AIS 6 e quantidade da população por bairro	131
Figura 64- Localização da “Pick-up Point” por área de segurança	132
Figura 65 - Localização das “Pick-up Points” no nível de serviço de 1,5 km.....	134
Figura 66 - Localização das “Pick-up Points” no nível de serviço de 3 km.....	135
Figura 67 - Localização das “Pick-up Points” no nível de serviço de 5 km.....	137

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Categorias de impactos originados pela emissão de poluentes pelo transporte de carga.....	30
Tabela 2 - Categorias de impactos originados pela emissão de poluentes pelo transporte de carga.....	33
Tabela 3 - Características do novo comércio eletrônico.....	44
Tabela 4 - Métrica da base de dados da pesquisa - “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”	53
Tabela 5 - Indicadores de desempenho de sustentabilidade.....	58
Tabela 6 - Publicações agrupadas por foco dos trabalhos desenvolvidos	60
Tabela 7 - Publicações agrupadas por tipo de dados de aplicação.....	61
Tabela 8 - Publicações agrupadas por tipo de desafio TUCS	63
Tabela 9 - Características dos dados de preferência declarada.....	75
Tabela 10 - Atributos e níveis de interesse da seção socioeconômica.....	78
Tabela 11 - Atributos e níveis de interesse da seção consumo online	79
Tabela 12 - Estatística descritiva dos pedidos do canal online da cadeia varejista ..	88
Tabela 13 - Ranking de ocorrências de furto em Fortaleza	92
Tabela 14 - Tabela de verificação de Consistência do modelo.....	95
Tabela 15 - Tabela de guia de adequação do modelo estruturado na ferramenta de simulação.....	96
Tabela 16 - Grupos de Indicadores do Anylogistix TM	106
Tabela 17 - Nível de atendimento do histórico de clientes por quilômetro – Cenário GFA	128
Tabela 18 - Nível de atendimento do histórico de clientes por quilômetro – Cenário Matriz OD.....	130
Tabela 19 - Nível de atendimento do histórico de clientes por quilômetro – Cenário Segurança	133
Tabela 20 - Nível de atendimento alcançado em cada km por PP – Cenário 3 PP`s a 1,5km.....	135
Tabela 21 - Nível de atendimento alcançado em cada km por PP – Cenário 3 PP`s a 3km.....	136
Tabela 22 - Nível de atendimento alcançado em cada km por PP – Cenário 3 PP`s a 5km.....	138
Tabela 23 - Quadro comparativo entre cenários simulados	138

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Determinação de tamanho da amostra	77
Equação 2 - Função objetiva GFA	100
Equação 3 - Derivação Z' de Z	101
Equação 4 - Derivação 0 de Z'	101
Equação 5 - Cálculo de coordenada x	101
Equação 6 - Cálculo de coordenada x	101
Equação 7 - Função objetiva simulação de emissões.....	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCOMM	Associação Brasileira de Comércio Eletônico
ADS	Automated Dock Station / Estações de entrega automática
AI	Artificial Intelligence / Inteligência Artificial
AIS	Áreas Integradas de Segurança
APP	Aplicativos de dispositivos mobile
APS	Automated Parcel Station / Armários Inteligentes de Coleta
B2B	Business to Business / Empresa para Empresa
B2C	Business to Consumer / Empresa para Consumidor
CA	Correspondências Simples
CD ou DC	Centro de Distribuição / Distribution Center
CH ₄	Metano
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
CO ₂ e	Dióxido de Carbono equivalente
CPLEX	Software de otimização matemática
ED	Escolha Direta
ERP	Enterprise Resource Planning / Sistema integrado de gestão empresarial
FIFO	First In, First Out / Primeiro a entrar, primeiro a sair
FLT	Full Truckload / Frete ocupa a capacidade total do veículo
GFA	GreenField Analysis / Análise de campo aberto
GPS	Global Position System / Sistema de Posicionamento Global
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICT	Information and Communication Technology / Tecnologia da Informação e comunicação
IoT	Internet of Things / Internet das coisas
ITS	Intelligent Transport Systems / Sistema de transporte inteligente
LTL	Less than Truckload / Frete não ocupa a capacidade total do veículo
MAMCA	Multi-Actor Multi-Criteria Analysis / Análise de multi atores e multicritérios
MCA	Multiple Correspondence Analysis / Análise de Correspondência Múltipla
NOx	Óxidos de Nitrogênio
ONU	Organização das Nações Unidas
PASFOR	Plano de Acessibilidade Sustentável de Fortaleza
PD	Preferência Declarada
PP	Pick-up Points / Pontos de Coleta

SERS	Sustainability Evaluation and Reporting System / Entrega em rede sustentável
SNS	Social Network Sites / Canais de redes sociais
Sox	Óxidos de Enxofre
TUC	Transporte Urbano de Carga
TUCS	Transporte Urbano sustentável de Carga
UCC	Urban Consolidation Centers / Centros de consolidação de carga
VUC	Veículo Urbano de Carga
Web	World Wide Web / Rede mundial de computadores
WoS	Web of Science

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	16
1.1.	Contextualização do Problema.....	16
1.2.	Objetivo.....	20
1.3.	Estruturação do Trabalho.....	20
2.	TRANSPORTE URBANO DE CARGA E SUSTENTABILIDADE	22
2.1.	Introdução.....	22
2.2.	Transporte urbano de carga (Última Milha)	23
2.3.	Sustentabilidade no transporte urbano de carga.....	34
2.4.	Considerações Finais	40
3.	“PICK-UP POINTS” E “PARCEL LOCKERS” NA CADEIA PRODUTIVA DO “E-COMMERCE”	43
3.1.	Introdução.....	43
3.2.	E-commerce e o transporte urbano de carga.....	43
3.3.	Inovações no transporte urbano de carga.....	45
3.4.	“Parcel Lockers” e “Pick-up Points”.....	51
3.4.1.	Preâmbulo.....	51
3.4.2.	Definição de “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”	56
3.4.3.	Relato dos estudos relacionados a “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”	57
3.5.	Considerações sobre o capítulo	68
4.	METODOLOGIA	71
4.1.	Introdução.....	71
4.2.	Estruturação do Construct Conceitual	71
4.2.1.	Coleção de dados	72
4.2.2.	Análise de dados.....	73
4.2.3.	Visualização de dados	74
4.3.	Pesquisa Exploratória	75
4.4.	Modelagem do estudo de caso.....	84
4.5.	Simulação	98
4.6.	Considerações sobre o capítulo	107
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	108
5.1.	Pesquisa sobre comércio online e uso de “Pick-up Points” e “Parcel Lockers” (Armários de coleta).....	108
5.2.	Simulação dos cenários constituídos na modelagem.....	123
5.3.	Considerações sobre o capítulo.....	138
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	142

6.1. Considerações Finais	142
6.2. Sugestões para trabalhos futuros	144
REFERÊNCIAS	146
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO EXPLORATÓRIO	166
APÊNDICE B – MODELO DE RESULTADOS DA EMISSÃO VEICULAR ACUMULATIVA POR DIA DO PERÍODO APRESENTADOS PELO ANYLOGISTIX.....	176

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização do Problema

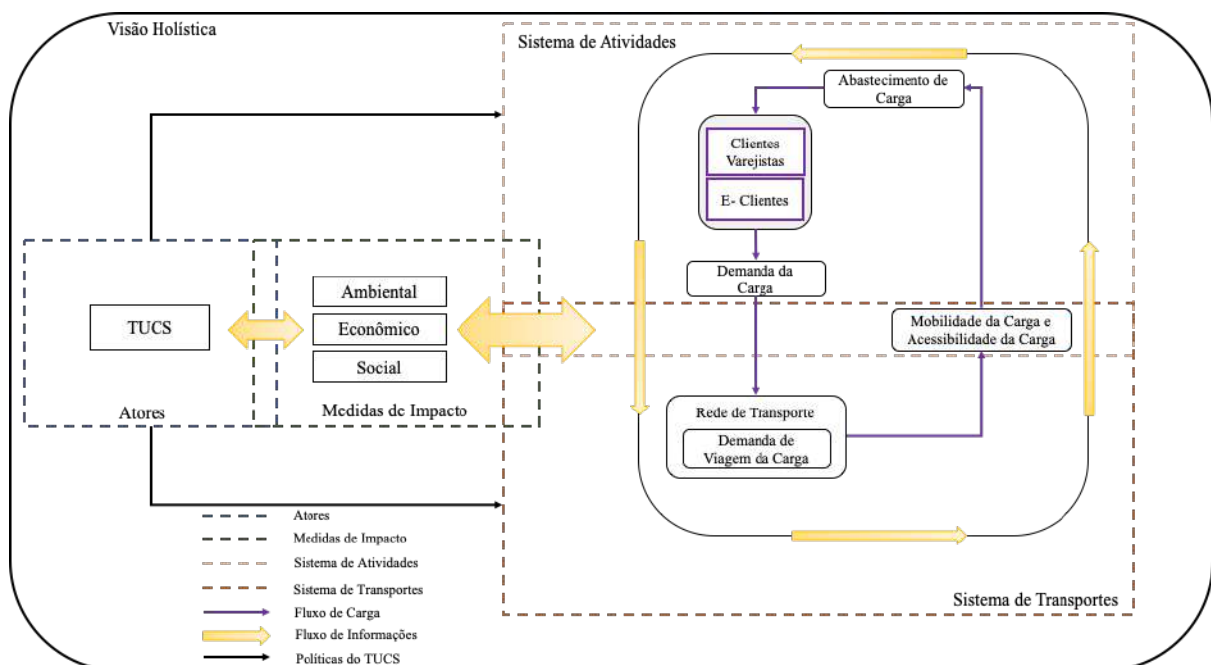
O advento da globalização alinhado com o surgimento de inovações tecnológicas vem apresentado um cenário com mudanças no modo de aquisição de produtos e serviços pelos consumidores, o *e-commerce*. Burt (2003) destaca que o consumidor realizava compras em pontos comerciais físicos, atacadistas ou varejistas, localizados em seu município, e o mesmo realizava o transporte dos produtos adquiridos, ou esse transporte era realizado pelo comerciante através de uma infraestrutura própria de veículos de entrega. Nesse caso, o B2B (*business to business*) precedia sempre a relação B2C (*business to consumer*). Hoje o consumidor adquire produtos de qualquer lugar do mundo pela internet, podendo até executar a transação diretamente com indústrias fabricantes, descaracterizando o B2C clássico.

Essa expansão do comércio eletrônico tem mudado os hábitos dos consumidores de uma forma nunca vista antes na história recente e atenuada com o cenário pandêmico da COVID-19, segundo Srinivas (2021). O novo panorama comercial destacado por Trappey et al. (2017), no qual englobam os conceitos de Indústria 4.0 e de comércio *Omni-channel*, estabeleceu uma nova relação entre a indústria e o consumidor final. Essa conjuntura aliada ao crescimento exponencial da população urbana, que deve chegar a 66% da população mundial em 2050, segundo o United Nations Report (ONU, 2014), vem proporcionando novos desafios dentro da cadeia produtiva varejista destacada por Xu (2021).

Em virtude desse cenário do surgimento do comércio on-line, que movimentava no Brasil em 2003 R\$ 1.200 bilhões, e em 2020 esse número subiu para R\$ 106 bilhões (Abcomm, 2021), e no cenário mundial movimentou cerca de US\$ 4,28 trilhões em 2020, apresentando um crescimento de 27,6% em relação a 2019 conforme dados apresentados pelo E-Marketer (2021), fez que a demanda de entrega direta de cargas aos consumidores crescesse em ritmo semelhante, que está proporcionando um ecossistema financeiro, social e ambiental sem panorama sustentável relatado por Pettersson et al. (2018), no qual o transporte urbano de cargas é um pilar primordial para a sustentabilidade e desenvolvimento econômico da sociedade, que conforme Tseng et al. (2005), absorve, em média, um terço dos custos logísticos totais e influencia enormemente o desempenho do sistema logístico.

Outro ponto são as demandas legais de esferas governamentais e da mudança cultural da população, destacadas por McKinnon et al. (2015) sob a ótica do meio ambiente no aspecto do consumo sustentável, nos quais, os atuais planos de mobilidade urbana estão sendo concebidos com propósitos de atenuar impactos ambientais, visando a redução de emissão de gases poluentes e de poluição sonora. Cassiano et al. (2021) apresentam um modelo conceitual, conforme especificado na Figura 1, destacando os níveis de correlações que envolvem o sistema de transportes, o sistema de atividades e as partes interessadas/impactadas para um cenário de transporte de carga urbana sustentável.

Figura 1 - Modelo conceitual para o transporte urbano de carga sustentável



Fonte: Adaptado de Cassiano et al. (2021)

Nesse novo panorama, segundo Pinheiro (2016), três fatores interdependentes influenciam nesse ambiente do transporte de cargas urbano na atualidade:

- Novos comportamentos: novos hábitos de consumo, trabalho, qualidade de vida;
- Participação e alteração de valores: participação ativa da população no tocante à definição de novas políticas, enfatizado como condição de sucesso para levantamento dos problemas e tomada de decisão;

- Novas tecnologias: novas formas de organização e resolução dos problemas, como rastreamento em tempo real, multimodalidade, novos serviços (“*lockers*” eletrônicos) novos tipos e motorização de veículos, *e-commerce* e etc.

Na nova conjuntura, Rosemberg et al. (2021) destacam a necessidade que sistemas produtivos e logísticos sejam convertidos em soluções criativas, inovativas e inteligentes, sendo desejável visão sistêmica processual e mensuração acerca de ganhos operacionais, com isso, minimizando entregas ineficientes na “última milha” da cadeia de suprimentos que, segundo Özarik et al. (2021), provocam vários impactos negativos diretos no sistema de transportes de carga urbano, principalmente no tocante ao aspecto ambiental e no aumento substancial nos custos finais de entrega.

Borsenberger et al. (2016) destacam que os clientes a cada dia estão com níveis de exigência mais altos em relação aos serviços de entrega, no qual exigem receber seus pedidos com janelas de tempo cada vez menores, sem que estes estejam dispostos a pagar maiores quantias para tal, com isso, os atores que prestam serviços na logística de entrega da última milha precisam conhecer bem os aspectos comportamentais de compra online de seus clientes, principalmente no âmbito do perfil de categorias produtos comprados e suas preferências no modelo de entrega.

Direcionando esse argumento com às soluções inovadoras e serviços logísticos exemplificadas por Mangiaracina et al. (2019) que observam a necessidade de pesquisa sobre as especificidades dessas inovações, no tocante ao impacto na última milha, que estão sendo deslumbrados para aumento de performance e desempenho nessa logística de carga urbana. Dentre essas opções inovativas, Rosemberg et al. (2021), ressaltam a disponibilização dos serviços de pontos de coleta (PP – *Pick-up Points*) e de estações automatizadas de coleta (APS – *Automatic Parcel Station*), que pela sua facilidade e agilidade de implantação, oferecem aos clientes a possibilidade da retirada de seus pedidos online dentro de um conjunto de locais distribuídos na cidade, onde este poderá escolher um ponto de coleta de maior conveniência ao seu itinerário diário.

Oliveira et al. (2019) apresentam como alternativas sustentáveis a cadeia de serviço de entrega de bens na última milha os “PP” e “APS”, onde enfatizam que para uma implantação eficaz a essas opções é necessária uma abordagem metodológica que considere os dados socioeconômicos e preferências do consumidor da cadeia produtiva em estudo, logo o primeiro questionamento a ser direcionadora nesse

estudo é de *“Que perfis socioeconômicos se enquadram na cadeia de comércio eletrônico e quais são as predileções dos consumidores no tocante à dinâmica de entrega de pedidos e impressão aos armários de coleta?”*

Segundo Morganti & Dablanc (2014), a potencialidade de ambos os sistemas se encontram na flexibilidade de horários de entrega das mercadorias, que normalmente acontecem no horário comercial (8:00 as 18:00), dando aos consumidores a opção de retirar seus pacotes no momento que lhes convém; bem como os custos mais baixos para os fornecedores de transporte em comparação com a entrega em domicílio.

Outro fator positivo, de acordo com estudo de Hofer et al. (2020), é que existe um potencial de redução de até 27% da emissão de gases poluentes por entrega que utilize esses serviços inovadores. Assim, o segundo questionamento deste trabalho é: *“De que maneira os elementos fundamentais em relação a emissões de poluentes e eficiência energética se comportam com a disponibilização dos serviços de PP e APS no conjunto de soluções de transporte na última milha?”*

Já Faugère & Montreuil (2020) enfatizam que a adição de serviços como *“Pick-up Points”* no transporte de carga urbana possuem potencial significativo no espectro ambiental, mas que poderá ter impacto dentro das operações transportes atuais, logo, o terceiro questionamento é: *“Como avaliar as implicações ambientais das “Pick-up Points” e “Parcel Lockers” nas operações logísticas?”*

Enfatizando que a cadeia de valor em foco no estudo de caso apresentado neste trabalho é o comércio eletrônico do setor varejista de material de construção, dado que, segundo a NielsenIQ Ebit (2022) é a terceira no ranking em crescimento em importância em pedidos em 2021 no âmbito do comércio online brasileiro.

Alguns autores como Mangiaracina (2019) e Faugère & Montreuil (2020) salientam a importância do desenvolvimento de novos trabalhos relacionados à avaliação de impacto ambiental, tanto no teor de métodos para essa avaliação como para compreender sistematicamente esses impactos, com a inserção de novas tecnologias dentro do escopo de serviços de transporte, principalmente na última milha, com o intuito que as tomadas de decisões sejam baseadas dentro de um escopo onde fatores financeiros, operacionais, sociais e ambientais sejam considerados.

1.2. Objetivo

O objetivo central do estudo é avaliar os impactos ambientais, no aspecto da emissão de dióxido de carbono, decorrentes da adoção de “*Parcels Lockers*” e “*Pick-up Points*”, como estratégia logística, no processo de distribuição sustentável de carga urbana. Em complementação, são propostos os seguintes objetivos específicos:

- Analisar descritivamente o perfil socioeconômico e o comportamento habitual de compras dos consumidores do *e-commerce* para o apontamento dos atributos preferenciais para escolha do método de entrega;
- Estruturar cenários que corroboram com aspectos relevantes a operação do processo do transporte urbano de carga com a inserção dos serviços de “PP” e “APS”, proporcionando a criação de cenários fidedignos com a realidade;
- Avaliar as implicações ambientais, nos cenários gerados, que serviços de “*Parcels Lockers*” e “*Pick-up Points*” na entrega de encomendas na última milha podem proporcionar para a área urbana de uma cidade brasileira.

O levantamento do hábitos e preferências dos consumidores online permite a estruturação de cenários mais fidedignos com os processos de transporte de mercadorias que ocorrem atualmente, possibilitando avaliações condizentes nos cenários factíveis com a inserção dos “PP” e “APS” no processo logístico da última milha.

1.3. Estruturação do Trabalho

A estrutura deste trabalho foi planejada para atingir o objetivo proposto, contemplando os objetivos específicos estipulados.

Além desta introdução, o presente trabalho foi organizado em outros cinco capítulos. O capítulo dois contextualiza o sistema de transporte de carga urbana, apresentando seus atributos operacionais, financeiros e de performance, como também os atores envolvidos na logística urbana. Ademais, foi contemplado a conceituação do transporte urbano sustentável de carga com destaque ao âmbito ambiental, ressaltando a emissão de poluentes e eficiência energética.

No capítulo três foi apresentada a revisão da bibliografia das inovações nos serviços logísticos no transporte de carga urbana pelo incremento do comércio eletrônico, destacando seus atributos e impactos sobre as operações de última milha.

Também consta a caracterização dos “*Parcel Lockers*” e “*Pick-up Points*”, além de salientar a comparação da entrega convencional residencial com serviços de ponto de coleta.

O capítulo quatro discorre a metodologia estruturada para a elaboração da dissertação, explanando as etapas que foram executadas conforme modelo proposto fundamentado na revisão da bibliografia, com o intuito do desenvolvimento do objeto desta pesquisa, bem como suas aplicações.

No capítulo cinco expõe os resultados obtidos e a discussão. E por fim, o capítulo seis apresenta resumidamente as conclusões e considerações deste estudo.

2. TRANSPORTE URBANO DE CARGA E SUSTENTABILIDADE

2.1. Introdução

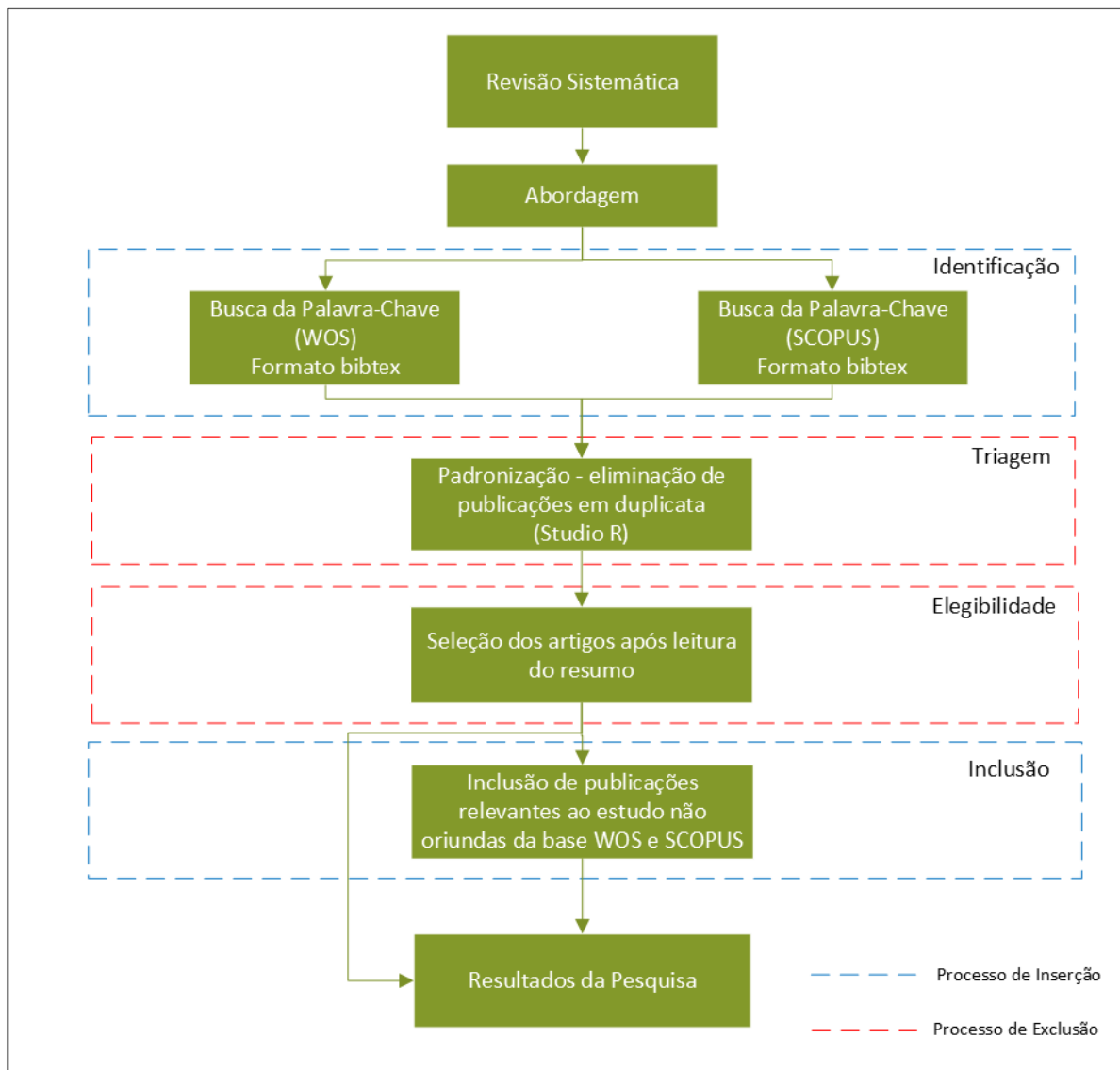
Neste capítulo será apresentado referencial teórico relacionado ao eixo temático do transporte de carga urbana e a imprescindibilidade de que seu planejamento seja desenvolvido nos preceitos da sustentabilidade, conforme Quak (2011).

A abordagem conceitual contribui para melhorar o conhecimento das partes interessadas sobre o transporte urbano de carga, suas externalidades, desafios e oportunidades para um futuro sustentável, promovendo um ambiente colaborativo e participativo para todas as partes interessadas. (Cassiano et al., 2021).

O arcabouço que sustenta a revisão bibliográfica deste capítulo foi desenvolvido através da ferramenta “Bibliometrix”. Aria & Cuccurullo (2017) descrevem como um pacote para a linguagem de programação estatística R voltado para pesquisa quantitativa baseadas em cienciometria, um ramo da sociologia das ciências e da ciência da informação que procura estudar aspectos quantitativos da ciência e da produção científica, e em bibliometria, que aplica métodos estatísticos e matemáticos para analisar e construir indicadores sobre a dinâmica e evolução da informação científica e tecnológica, possibilitando análises abrangentes de mapeamento científico. A estratégia de pesquisa utilizando a ferramenta “Bibliometrix” para esse trabalho está disposta conforme Figura 2.

A estratégia utilizada neste capítulo na seção do “Transporte urbano de carga (última minha)” e no tópico “Sustentabilidade no transporte urbano de carga”. Será utilizada mais uma vez no Capítulo 3 no item ““Parcel Lockers” e “Pick-up Points””.

Figura 2 - Estratégia de pesquisa com a ferramenta “Bibliometrix”



Fonte: Adaptado de Aria (2017).

2.2. Transporte urbano de carga (Última Milha)

Hicks (1977) já expressava atenção que qualquer área urbana depende, para sua existência, de um fluxo maciço de mercadorias para dentro, fora e no perímetro de suas fronteiras. McKinnon et al. (2015) exemplificam que as primeiras pesquisas sobre transporte urbano de carga foram relacionadas a preocupações sobre a segurança de veículos pesados de mercadorias em áreas urbanas que resultaram em estudos sobre centros de transbordo e outras restrições de veículos. Dutra (2004) classifica a movimentação de carga não sendo uma atividade fim, e sim decorrente do processo econômico global, nacional e local em áreas urbanas, pois a logística de

carga urbana (circulação de veículos, carga e descarga dos produtos, etc.) traz impactos significativos no sistema viário das cidades.

Ortuzar & Willumsen (2011) exaltam que o planejamento desse transporte de carga é complexo devido ao envolvimento de diferentes organismos, instituições e pessoas dentro de um ambiente vivo (espaço urbano), e do qual cada um possui um objetivo específico, com isso, tornando esse planejamento em questão muito complicado e oneroso no tocante de obtenção de dados com alto grau de credibilidade e robustez.

Taniguchi et al. (2001) salientam que a logística urbana é um processo de otimização das atividades de distribuição de mercadorias, realizadas por entidades públicas e privadas em áreas urbanas, considerando fatores como o aumento de congestionamento do tráfego e o consumo de energia na estrutura do mercado econômico. Oliveira et al. (2019) destacam que sem o planejamento adequado, as principais cidades têm vivenciado um crescimento na demanda de transporte para o qual não estavam preparadas, o que proporciona uma deficiência na infraestrutura viária com o intuito de atender as necessidades da população no que se refere ao sistema de distribuição de cargas na última milha, onde se destacam problemas como:

- Redução da velocidade de tráfego dos veículos;
- Redução da capacidade de circulação das vias;
- Problemas de estacionamento irregular dos veículos de carga em função do descumprimento da legislação pelos veículos particulares.

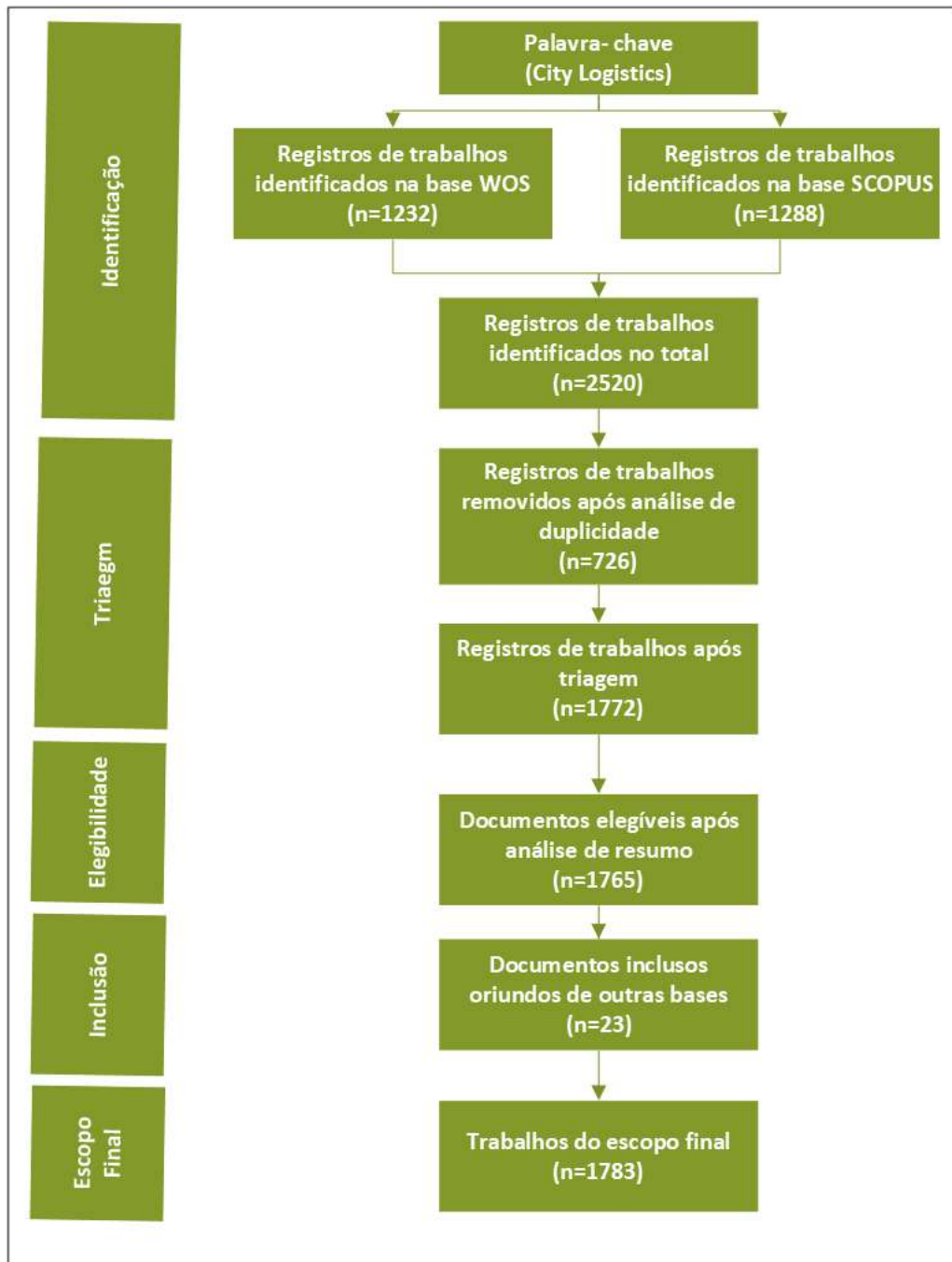
Fontes Lima Júnior (2011), destaca outros problemas relacionados a logística de carga urbana:

- Os operadores logísticos têm sua eficiência prejudicada pelos congestionamentos e dificuldades de acesso, não conseguindo cumprir prazos e degradando sua produtividade;
- O morador da cidade tem sua qualidade de vida prejudicada pela poluição (sonora e ambiental) e interferências dos caminhões onde mora e trabalha, mas prioriza estes locais por terem serviços e comércio abundantes;
- O poder público tem grande dificuldade em regulamentar e minimizar os impactos deste relacionamento entre a carga e a cidade, com isso, tomam decisões unilaterais com o objetivo de garantir a continuidade das atividades econômicas, mas com efeitos danosos a sua imagem.

Esses impactos são oriundos de políticas públicas praticadas (Dablanc, 2013); do modelo varejista disposto pela combinação de shoppings, grandes e pequenos varejistas em áreas urbanas (Quak, 2009); e pelo comportamento do consumidor, que incentivado com as inovações tecnológicas optou pelo canal B2C para realizar suas compras. Com esse cenário é importante salientar que as compras pela Internet estão interligadas à entrega expressa em domicílio e, portanto, tem impacto imediato no transporte urbano de carga (Visser et al., 2014).

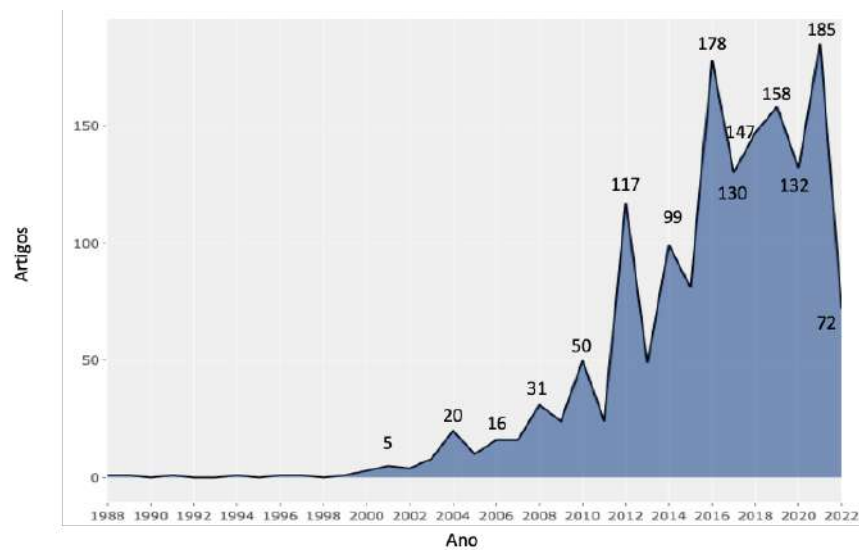
Com o crescimento acelerado do *e-commerce*, Seghezzi et al. (2020) destacam que a logística desempenha um papel fundamental para manutenção do estilo de vida das populações, com isso está aumentando a produção de estudos e pesquisas na comunidade científica relacionados ao transporte urbano de carga e os desafios da distribuição das mercadorias.

Utilizando a ferramenta “Bibliometrix” foi levantado um universo de 1.783 trabalhos sobre o tema transporte urbano de carga oriundos das plataformas “Scopus” e “Web of Science”, sendo utilizado a expressão de busca “City Logistics”, realizado conforme Figura 3, onde é possível, demonstrado na Figura 4, acompanhar a evolução das produções científicas sobre o tema nos últimos 34 anos, por ano, onde é verificado que dos 1.783 trabalhos levantados para análise, mil e dois desses foram publicados nos últimos 6 anos e meio, tendo um pico em 2020 de 185 artigos, ano do início da pandemia da COVID-19.

Figura 3 - Base de trabalhos pelo “Bibliometrix” – Transporte urbano de carga (*City Logistics*)

Fonte: O autor

Figura 4 - Produção científica anual – Transporte urbano de carga



Fonte: O autor

É possível observar na Figura 5, no qual a nuvem de palavras demonstra, pelo tamanho da palavra apresentada na imagem, que alguns conceitos possuem grande impacto no estudo transporte cargas urbano como transporte de carga, roteirização de veículos, desenvolvimento sustentável, comércio eletrônico, última milha e outros assuntos que rondam esses destacados como apoio ou complemento das linhas de pesquisa.

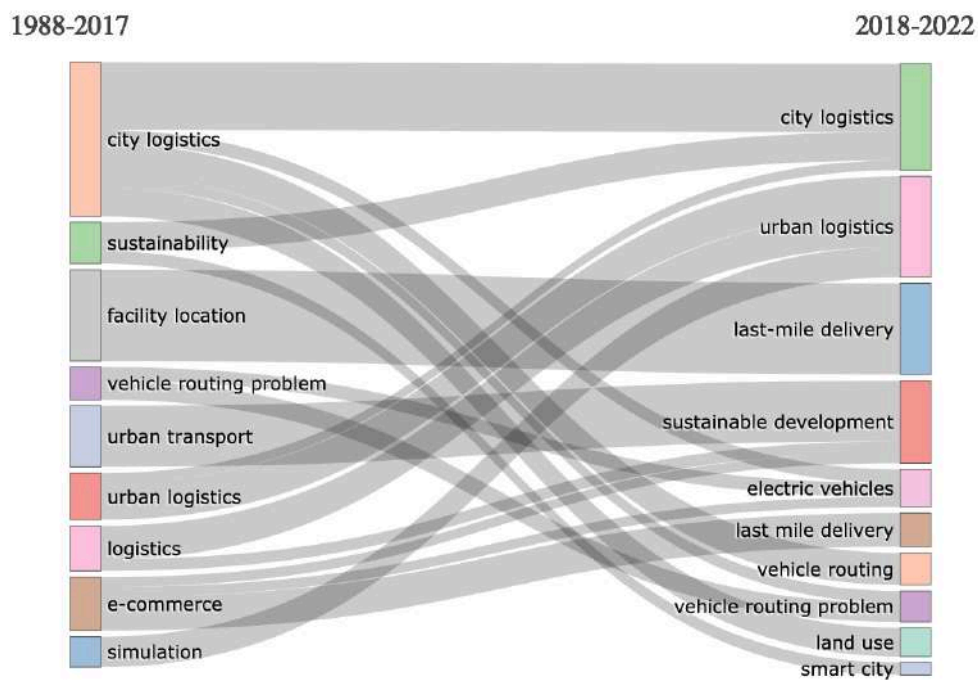
Figura 5 - Nuvens de palavras – “City Logistics”



Fonte: O autor.

Benjelloun (2008) discorre que como qualquer sistema complexo, os sistemas de transporte urbano de cargas requerem planejamento nos níveis estratégico, tático e operacional, já que a população, a cadeia produtiva e as autoridades, em todos os níveis do governo, são cada vez mais desafiados por novos desafios que surgem no transporte da última milha e reconhecem a necessidade de analisar, compreender e controlar o transporte de carga nas áreas urbanas. Dentre os trabalhos relacionados ao transporte urbano de carga, conforme apresentado na Figura 6, é verificado que temas de localização de facilidades evoluíram com enfoque na entrega da última milha. Outro ponto é o impacto do “*e-commerce*” que esforços foram direcionados para temas como desenvolvimento sustentável, carros elétricos e entrega na última milha novamente. Um fator interessante é que o tema de simulação está atualmente bastante vinculado aos estudos de logística urbana.

Figura 6 - Evolução temática – “City Logistics”

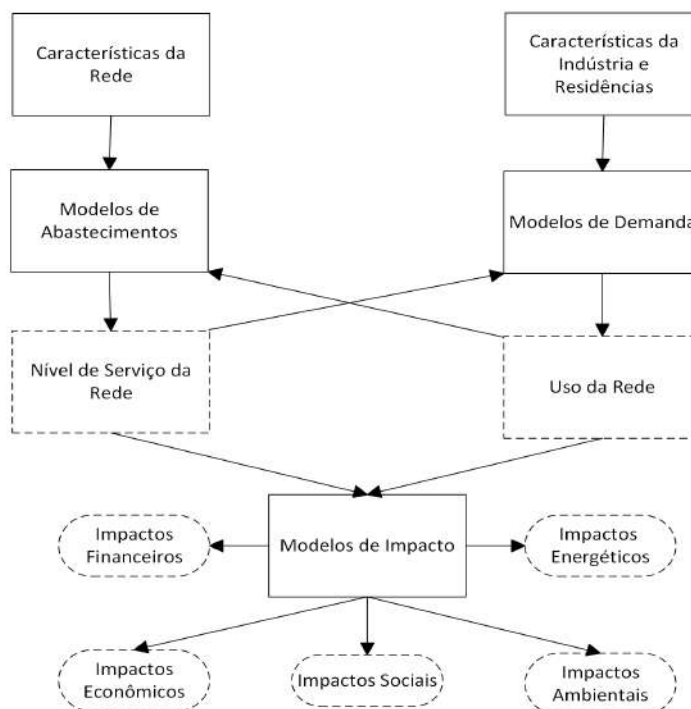


Fonte: O autor.

O trabalho Taniguchi et al. (2001) foi o início da consolidação dos conhecimentos em torno da logística urbana. Neste trabalho é esclarecido que existem três tipos gerais de modelos de rede necessários para prever os efeitos da logística urbana de cargas que são: modelos de oferta, modelos de demanda e

modelos de impacto. A interação mútua desses três modelos proporciona um modelo abrangente conforme apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Estrutura da modelagem da logística urbana



Fonte: Adaptado de Taniguchi et al. (2001).

É observado pelos autores que os modelos de demanda prevêem a demanda por movimento de mercadorias urbanas com base na cadeia produtiva e nas características dos residentes, bem como no nível de serviço. Os modelos de fornecimento possuem base nas características da rede e na demanda sendo tangenciados pelo nível de serviço do sistema de transporte de cargas. Já os modelos de impacto englobam os impactos financeiros, energéticos, sociais, ambientais e econômicos da logística urbana com base na demanda prevista e no nível de serviço.

Anand et al. (2015) relatam que é fundamental para o processo de modelagem incluir as partes interessadas envolvidas no modelo; os critérios de definição para o direcionamento do propósito de modelagem; o objetivo do modelo; e a abordagem da solução implementada para atingir o objetivo. Quak (2009) ressalta que os sistemas de transporte de cargas em áreas urbanas acarretam impactos sociais, financeiros e ambientais que necessitam ser mitigados para um bom desempenho da rede.

Holguín-Veras et al. (2020) citam abordagens financeiras que auxiliam o sistema de transporte de carga na última milha a atingir objetivos como geração de

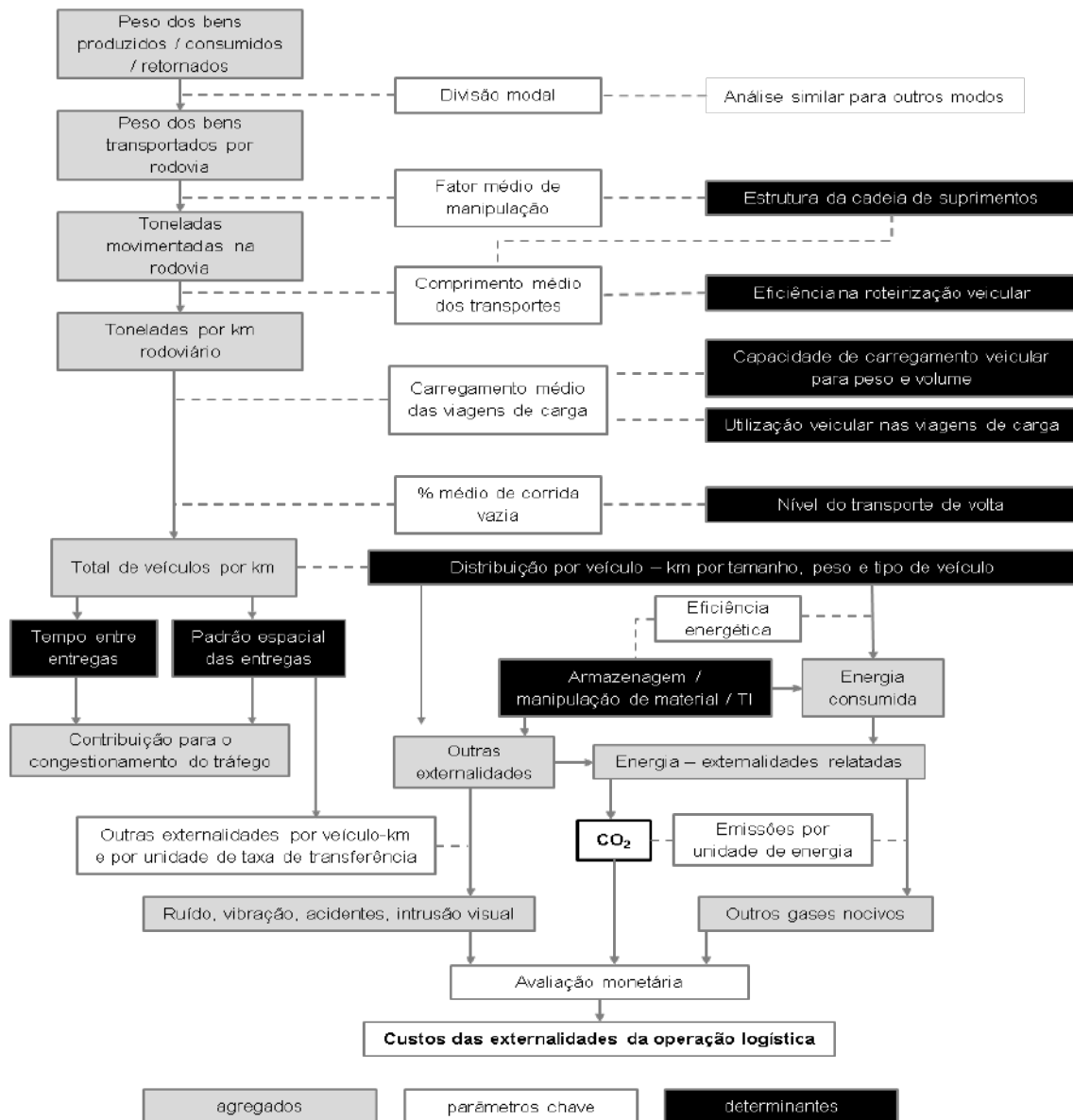
receita, incentivo ao uso de tecnologias emergentes ou gestão da demanda entre outros. É observado que algumas iniciativas, mesmo com natureza não monetária, fazem parte desse subgrupo, pois essas podem refletir impactos financeiros associados à imagem dos demais atores. McKinnon et al. (2015) classificam em três grupos (Global, Regional e Local) de impactos ambientais que o transporte de carga ocasiona, descritos na Tabela 1, que embasaram a elaboração um modelo de logística verde com o intuito mapear a relação complexa entre a atividade logística e seus efeitos e custos ambientais, conforme representado na Figura 8.

Tabela 1 - Categorias de impactos originados pela emissão de poluentes pelo transporte de carga

Efeito	PM	HM	NH ₃	SO ₂	NO _x	NM VOC	CO	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
Global										
Efeito Estufa - Indireto					X	X	X	X		
Efeito Estufa - Direto								X	X	X
Regional										
Acidificação (chuva ácida)			X	X	X					
Fotoquímica (Smog)					X	X	X			
Local										
Qualidade do ar e Saúde	X	X	X	X	X	X	X			

Fonte: Adaptado de McKinnon et al. (2015).

Figura 8 - Estrutura analítica para logística verde



Fonte: Adaptado de McKinnon et al. (2015).

Savelsbergh & Woensel (2016) afirmam que a logística de cargas em áreas urbanas está em constante mudança. Esse cenário gera constantemente novos desafios e oportunidades para a melhoria contínua do sistema de transporte urbano de carga. É claro que, dada a ampla gama de atividades que a constituem torna o cenário ainda mais desafiador pelas as seguintes tendências apresentadas:

- Crescimento da população e da urbanização das cidades;
- Crescimento do *e-commerce*;
- Aumento do nível de serviços de entrega de carga pela demanda da “urgência” de recebimento;

- Surgimento da economia compartilhada;
- Necessidade de um sistema de transporte urbano de carga sustentável e mudanças climáticas;

O estudo de caso de implantação de novos serviços de transporte urbano de carga na cidade de Torino, Itália, apresentado por Pronello et al. (2017) mostraram uma grande lacuna entre as necessidades das operadoras (transportadoras e varejistas) e as estratégias de logística urbana que a administração municipal buscava implementar. É evidenciado que a falta de interação entre as partes interessadas levou a interpretar mal os problemas que as operadoras precisam enfrentar diariamente, além da conscientização da importância da inserção da tecnologia na solução dos problemas da última milha. Esse estudo mostra a necessidade da modelagem coerente ao problema de transporte de carga que vigora na área de estudo, para não ocorrer a implementação de medidas complexas e caras, nas quais não resultaram em eficiência na prestação de serviços de transporte de carga em centro urbano.

Allen et al. (2020) salientam que na cadeia do transporte urbano de cargas é primordial levantar todos os requisitos de frete e serviços comerciais para a tomada de decisões logísticas na cadeia de suprimentos, verificando se esses requisitos são atendidos pela atividade de veículos na área urbana e, assim, identificar as interações. Isso possibilita o entendimento melhor de como a interatividade de veículos de carga ocorre atualmente, viabilizando a identificação de quais políticas as medidas implementadas pelas autoridades locais e as iniciativas introduzidas pelas empresas podem desempenhar, incentivando na criação de padrões mais sustentáveis de transporte de mercadorias nas cidades.

Bosona (2020) expõe que o transporte de carga da última milha é a perna mais ineficiente da cadeia de abastecimento, sendo a cara e poluente. Logo, aumentar sua sustentabilidade não é fácil devido à natureza dinâmica do ambiente urbano e das atividades econômicas que causam custos de externalidades. A Tabela 2 apresenta os desafios a serem superados com o intuito de alcançar um sistema mais equilibrado.

Tabela 2 - Categorias de impactos originados pela emissão de poluentes pelo transporte de carga

Categoria	Descrição
Tecnológico	Limitações de velocidade e capacidade das bicicletas de carga e problemas de saúde na aplicação de excesso de peso.
	Novas tecnologias emergentes com potencial disruptivo em relação às atividades dos sistemas LUM de frete urbano existentes. Exemplo, aplicação de impressão 3D e veículos aéreos não tripulados (UAVs) ou drones.
	Desafios de planejamento e execução de entrega de mercadorias associados a negócios de varejo on-line, que se encontra em rápido crescimento. Um exemplo desse cenário é a dificuldade de lidar com pedidos fragmentados e em pequenas quantidades originados de clientes on-line.
Infraestrutura	Integrar as novas tecnologias emergentes, como digitalização e automação, no design do sistema LUM e nas estratégias de operação não é fácil.
	Dificuldade para mudar as infraestruturas (por exemplo, rede rodoviária, instalações de carga / descarga) nas cidades existentes para acomodar o aumento do volume de carga e os sistemas de distribuição em mudança.
	Regulamentações rígidas em relação à distribuição de frete e limitação de instalações.
	Limitação de espaço e acesso em áreas urbanas.
Gerenciamento do sistema de transporte urbano de carga	Novas tecnologias, como veículos elétricos e bicicletas elétricas, precisam de novas infraestruturas, como estações de recarga e nova rede viária.
	Impedâncias devido a condições como dificuldades geográficas e centros históricos.
	Dificuldade em abordar interesses concorrentes de atores potenciais da cadeia logística de frete urbano em relação a serviços, políticas e intervenções.
	Problemas relacionados ao roteamento de veículos, utilização de veículos e gerenciamento de frota, inventário e armazenamento, bem como gerenciamento de pedidos.
	Estabelecer a coordenação entre os atores é difícil devido à incerteza e às condições dinâmicas do frete LUM.
	Falta de compreensão sobre LUM e como projetar os melhores modelos LUM por algumas empresas.
	Aquisição de dados precisos e adequados sobre as operações LUM e impactos relacionados.
Custos Logísticos	Falha na entrega (devolução) e entrega repetida, especialmente a taxa de devolução é alta no caso de compras online.
	Atendimento de pedidos complexos associados ao varejo online e (varejo de alimentos).
	Tempo alto de entrega de mercadorias.
	Possibilidade de aumento da distância de transporte devido às compras online que permitem que os produtos sejam adquiridos de qualquer lugar do mundo.
	O aumento da rede de empresas devido à aplicação da Indústria 4.0 pode tornar as soluções logísticas das cadeias de abastecimento mais complexas.
	Menor aceitação (pelos clientes) dos ciclos de carga como um meio de transporte adequado.
Custos Logísticos	A entrega baseada em veículos aéreos não tripulados (UAV) é mais cara em comparação com a entrega baseada em van. Isso porque é necessário investimento adicional para instalações como estações de pouso para drones.
	Novas tecnologias podem levar à necessidade de novas infraestruturas de transporte e instalações logísticas de alto custo de investimento.
	Alto investimento para aquisição de frota e para manutenção do custo operacional de veículos leves elétricos para algumas empresas.
	Rejeição (por varejistas online) de alguns pedidos de entrega devido à capacidade limitada de serviço LUM.
	Alto custo associado ao varejo de alimentos on-line.
Alto custo de primeiras entregas e entregas repetidas.	

Fonte: Adaptado de Bosona (2020).

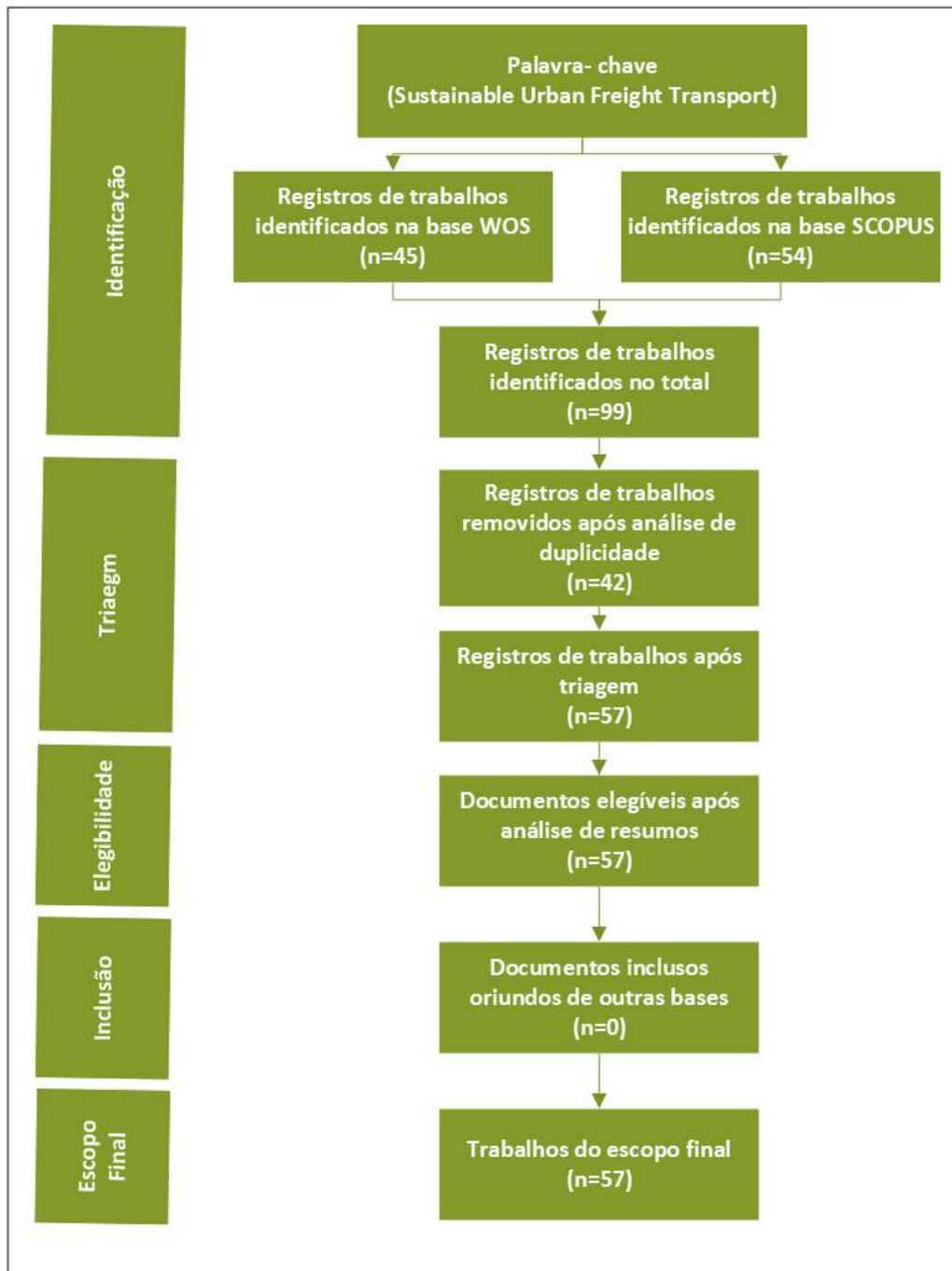
2.3. Sustentabilidade no transporte urbano de carga

Segundo Behrends et al. (2008), a definição de uma cadeia com desenvolvimento sustentável deve conter três componentes fundamentais que são:

- Crescimento econômico;
- Igualdade social para atendimento das necessidades da atual geração; e
- Proteção ambiental para assegurar a demanda que será gerada pelas gerações futuras.

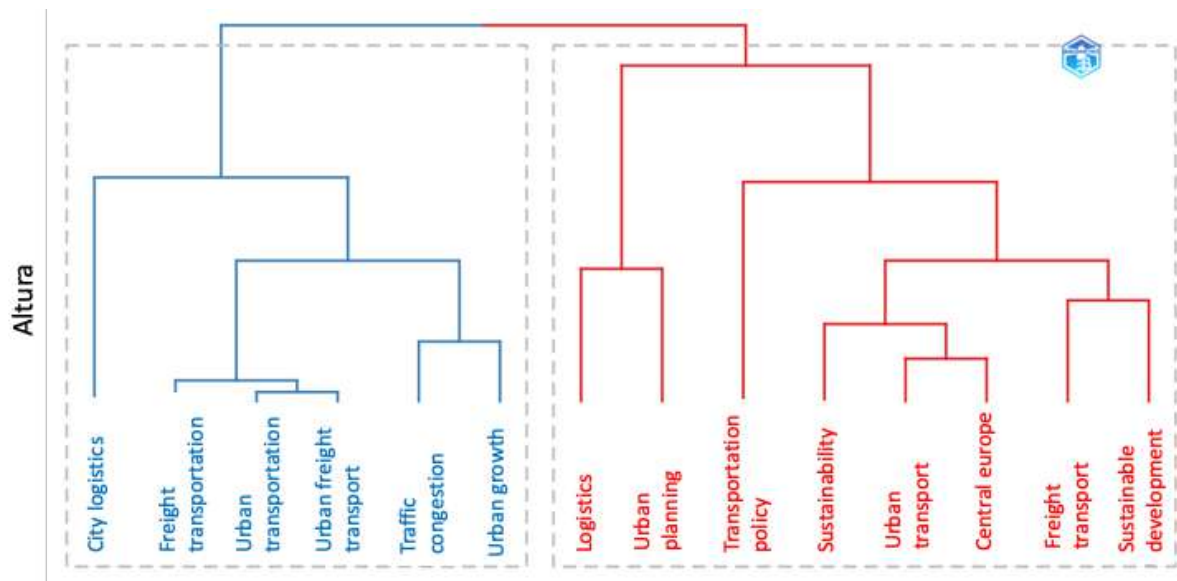
No tocante aos estudos em relação aos impactos nos espectros econômicos, social e, principalmente ambiental relacionados ao transporte de carga urbana, através do conjunto de 57 trabalhos, oriundos através da busca pela palavra-chave “Sustainable Urban Freight Transport”, referentes a sustentabilidade analisados com auxílio da ferramenta “Bibliometrix”, Figura 3, e base apresentada na Figura 9, é possível verificar que os temas são estruturado em torno do “City Logistics” e “Transporte de Cargas”, onde temas em voga estão ligados a política de transportes, crescimento urbano, desenvolvimento sustentável, entre outros, apresentado na Figura 10 pelo dendrograma de tópicos.

Figura 9 - Base de trabalhos pelo “Bibliometrix” – Sustentabilidade Transporte Urbano de Carga



Fonte: O autor.

Figura 10 - Dendrograma de tópicos – Transporte urbano de carga sustentável

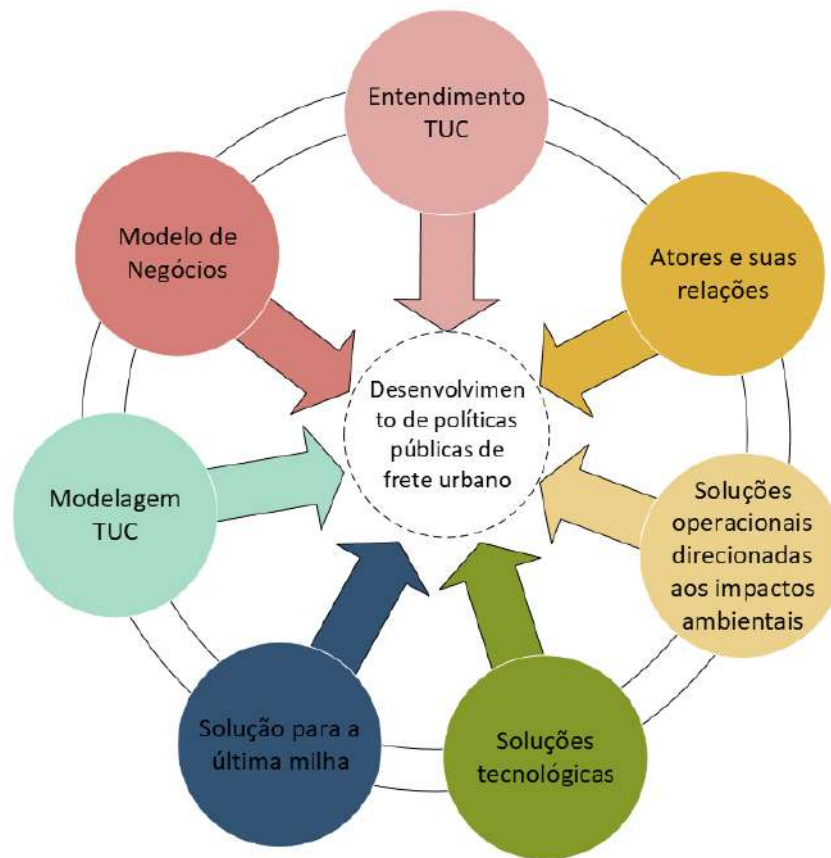


Fonte: O autor.

Lindholm (2012) sustenta que para alcançar a sustentabilidade urbana, são necessários novos modelos de gestão da movimentação urbana de mercadorias, nos quais, é necessário que as autoridades locais desempenhem em conjunto com os atores envolvidos.

Pinheiro (2016) discorre sobre a importância de realizar um plano de transporte sustentável, tendo esforços conjuntos entre a esfera governamental e os operadores logísticos, no qual enfatize a realização de investimentos em inovação de novas tecnologias que possam apoiar as operações de transporte de cargas em região urbana. Outro ponto destacado é no tocante ao alinhamento dos preceitos da prestação de transporte de carga em virtude dos novos comportamentos da população, com gerenciamento do relacionamento de todos os atores envolvidos. Cassiano et al. (2021) descrevem um modelo de transporte urbano de carga sustentável que considera a relação entre o sistema de atividades, o sistema de transporte e as partes interessadas envolvidas no sistema de transporte de cargas na última milha. Dentro de um processo cíclico, a sua execução contribui para o desenvolvimento de políticas públicas, conforme Figura 11.

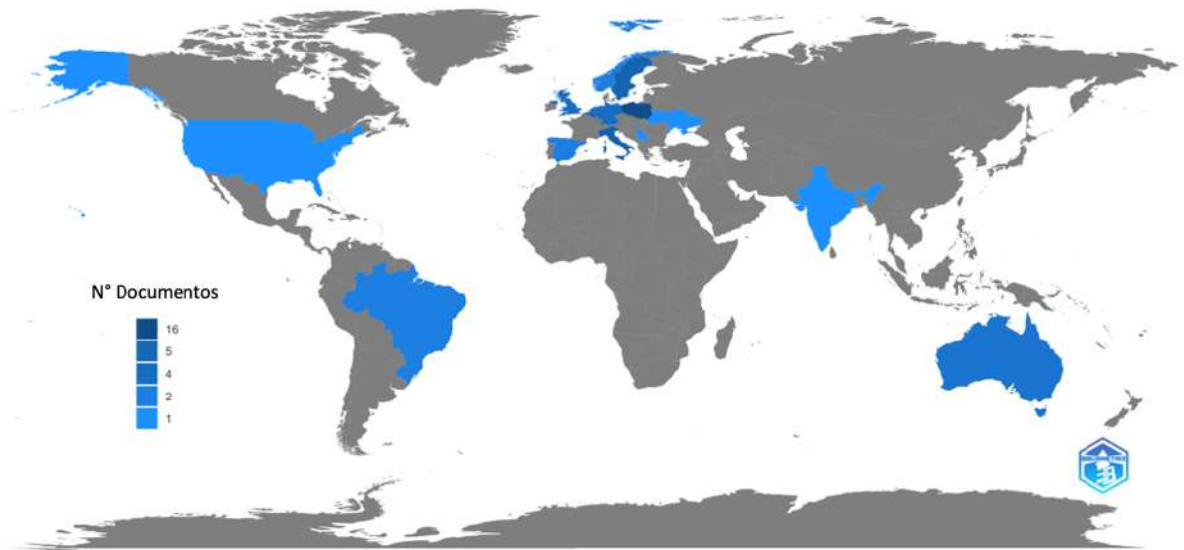
Figura 11 - Relação entre os procedimentos de planejamento.



Fonte: Adaptado de Cassiano et al. (2021)

McKinnon et al. (2015) consideram que o planejamento de um sistema de transporte de carga sustentável uma boa prática de negócios é algo que pode ter um impacto positivo em muitas métricas financeiras e operacionais dos atores envolvidos. Para que o transporte urbano de carga possa atingir a sustentabilidade é necessário desenvolver soluções inovativas para os desafios apresentados na última milha, dentre estes se destacam os congestionamentos do tráfego, a poluição do ar e sonora, o crescimento desordenado do espaço público, e o crescimento da população (Savelsbergh & Woensel 2016). Pode ser observado, na Figura 12, que pesquisas e estudos sobre sustentabilidade do transporte urbano de carga estão concentrados em países de maior consciência ambiental, principalmente europeus como Polônia, Suécia, Itália, Alemanha e Grã-Bretanha; e outros países que estão iniciando atividades de pesquisa sobre o tema já que efeitos negativos possuem alto impacto nos atores envolvidos (Brasil, Índia e China).

Figura 12 - Produção científica por país – Transporte urbano de carga sustentável



Fonte: O autor.

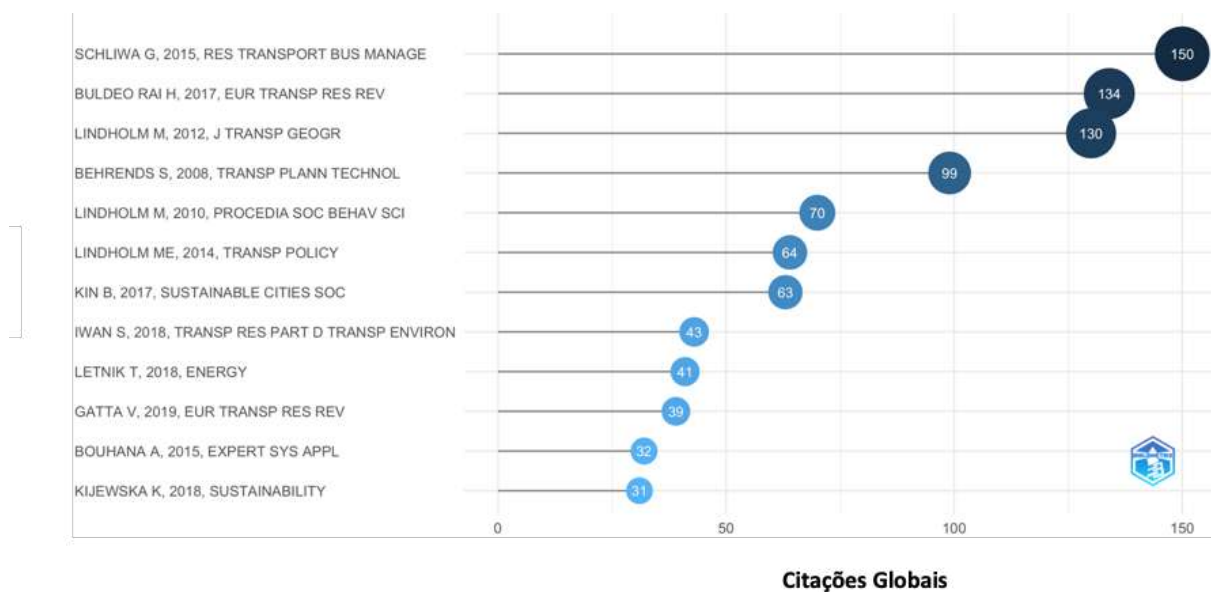
Cassiano et al. (2021) exemplificam tópicos necessários para planejamento adequado referente ao transporte de carga urbana sustentável:

- Entendimento do transporte de cargas urbano;
- “Stakeholders” e seus relacionamentos;
- Soluções operacionais direcionadas ao impacto ambiental;
- Soluções tecnológicas;
- Soluções voltado a problemas de entrega na última milha;
- Modelos de Transporte urbano de carga;
- Modelos de Negócios; e
- Desenvolvimento de políticas públicas de transporte urbano de carga.

Browne et al. (2012) descrevem que uma variedade de impactos sociais, ambientais e econômicos negativos do transporte urbano de carga podem ser almeçados pelos formuladores de políticas. Isso inclui congestionamento de tráfego, poluição do ar local, emissões de gases de efeito estufa, perturbação sonora e segurança. Na tentativa de reduzir a escala desses impactos negativos, os formuladores de políticas podem implementar uma série de iniciativas que visam alterar as operações de transporte urbano de mercadorias. Algumas dessas iniciativas abordarão apenas um único impacto, enquanto outras abordarão vários impactos ao mesmo tempo.

Azevedo (2019) cita algumas medidas tomadas dentro da esfera política municipal com finalidade de mitigar os impactos negativos causados pela circulação e operação do transporte urbano de carga; como a substituição da frota com dimensões específicas; restrição de circulação e de estacionamento em determinadas regiões dos centros urbanos; e de locais de carga e descarga. Mas existem um leque extenso de ações que possibilitam a mitigação dos impactos negativos que afetam a sustentabilidade do sistema de transporte urbano de carga, como a multimodalidade apresentada por Steadie Seifi et al. (2013); desenvolvimento de ferramenta metodologia para programação de um sistema de TUCS apoiado em múltipla objetividade conforme Frota Neto et al. (2008) ; ou escolha de frota com características adequadas conforme demanda de transporte de carga especificada por Alam et al. (2015); dentre outras soluções apresentadas nos estudos mais citados, como apresentado na Figura 13.

Figura 13 - Documentos com maior número de citações – Transporte urbano de carga sustentável

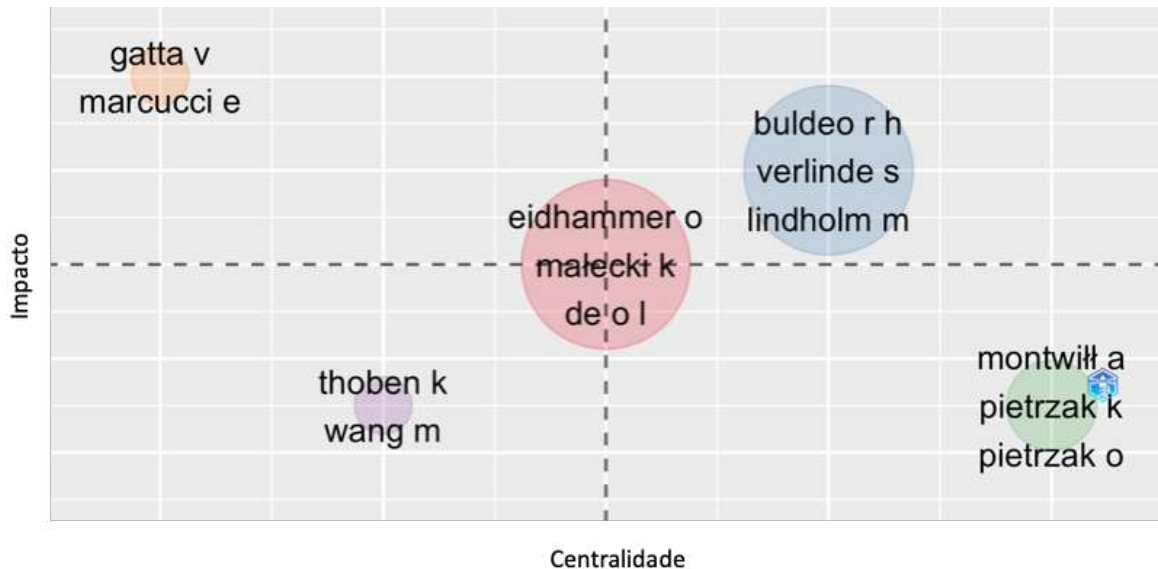


Fonte: O autor.

Dado um número de análise em 57 artigos mais comentados, com frequência mínima de agrupamento em 5% em relação aos grupos de pesquisa, é possível verificar, em mapa bidimensional conforme a Figura 14, o agrupamento e combinação da colaboração entre autores, no qual é realizada a medição por referências e no tocante ao impacto da pontuação de citação global dos artigos relacionados ao

transporte sustentável de cargas. Com isso, é verificada a importância e a produção dos grupos de pesquisa em questões de sustentabilidade no transporte de carga.

Figura 14 - Mapa de rede acoplamentos – Transporte urbano de carga sustentável



Fonte: O autor.

2.4. Considerações Finais

O capítulo apresenta um arcabouço, com auxílio da ferramenta “Bibliometrix”, que será base para desenvolvimento do estudo de caso, propiciando uma visão sistêmica do fenômeno do transporte urbano de carga com o entendimento do cenário atual, tanto no aspecto regional como mundial, e da importância de sua contribuição no desenvolvimento das cidades. O mapeamento da participação dos “*stakeholders*” na cadeia de processos, das principais dificuldades enfrentadas, do impacto de suas operações no tocante aos modelos de negócios e no meio ambiente, bem como do escopo de modelos que auxiliaram na estruturação do conteúdo da pesquisa exploratória que foi aplicada e no planejamento da modelagem dos cenários pertinentes ao estudo de caso simulados.

Os conceitos estruturados em torno ao transporte de carga na última milha são fundamentais para esboçar o processo de entrega dos pedidos até o cliente final e sua evolução com o passar do tempo, principalmente, depois do advento do *e-commerce* e toda mudança comportamental da sociedade, no momento da realização de compras, que ocorreu na cadeia varejista devido a COVID-19.

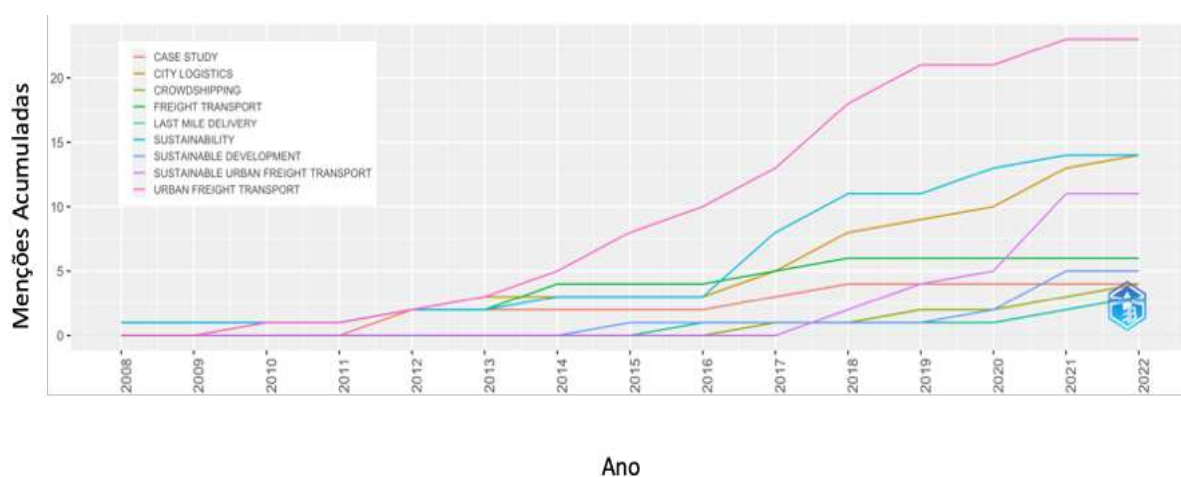
Baseando-se nesse conteúdo bibliográfico foi possível compreender a complexidade da cadeia de processos do TUC, vislumbrando as interações entre seus atores e os desafios decorrente da necessidade de atendimento das performances comerciais e os decorrentes impactos que isso causa nas esferas econômica, social e ambiental. Com esse conhecimento foi viável perceber a importância do poder público na delimitação de políticas nas quais visam mitigar possíveis impactos, principalmente nos âmbitos sociais e ambientais.

Os estudos dessa coletânea proporcionaram a percepção da importância dos critérios a serem analisados, dos objetivos a serem avaliados e das escolhas de abordagem quando é desenvolvido uma modelagem para compreensão de um fenômeno dentro do universo do transporte urbano de carga.

Referente ao conhecimento do da sustentabilidade do TUC serviu para esclarecer a necessidade do equilíbrio entre o crescimento de desempenho da cadeia com seus impactos no ambiente em que ocorre. Essa consciência auxiliou na definição dos tópicos a serem abordados na pesquisa e nos cenários do estudo de caso, especialmente aos que impactam diretamente ao meio ambiente.

É possível perceber na Figura 15 o grau de evolução nos últimos anos dos principais temas contextualizados neste capítulo, salientando o cenário desafiador enfrentado pelos planejadores de transportes na tratativa de encontrar soluções com a finalidade de desenvolver estratégias de operações que permitam um sistema de transporte urbano de carga sustentável

Figura 15 - Crescimento temático – Transporte urbano de carga sustentável



Fonte: O autor.

Nesse contexto é pontuado atributos ambientais que exercem influência em uma simulação de eventos discretos, permitindo compreender e vislumbrar cenários futuros do sistema de transporte urbano de carga, possibilitando apoio para a tomada de decisão sobre novas estratégias dos operadores logísticos e transportadoras. O próximo capítulo apresentará uma discussão sobre as inovações no *e-commerce* e nos serviços de transporte de carga na última milha, destacando a utilização dos “Parcel Lockers” e das “Pick-up Points”, que irá auxiliar para aprofundamento da compreensão do fenômeno, permitindo definição das camadas avaliativas dos cenários que foram concebidos.

3. “PICK-UP POINTS” E “PARCEL LOCKERS” NA CADEIA PRODUTIVA DO “E-COMMERCE”

3.1. Introdução

Ansori (2019) descreve que nessa era de inovações disruptivas, os negócios de comércio eletrônico vêm crescendo tanto nos países desenvolvidos como nos que se encontram em desenvolvimento. O crescimento pode ser visto na parcela de participação que o *e-commerce* está representando em relação ao varejo, que em 2020 chegou a 11% das vendas das vendas varejistas no Brasil, uma expansão de 75% de acordo com índice SpendingPulse (2021). Os hábitos de compras dos usuários da Internet, a prontidão da regulamentação de transações eletrônicas e a facilidade de acesso ao capital de risco são os determinantes do crescimento do comércio *Business to Customer* (B2C).

Visser et al. (2014) relatam que o crescimento do comércio eletrônico é diretamente proporcional ao crescimento dos canais de entrega em domicílio, no qual está proporcionando o surgimento de uma gama abrangente de serviços oferecidos pelos varejistas que estão levando a mudanças no padrão dos fluxos de carga urbana e movimentos de veículos nas cidades. Essas mudanças são complexas já que são influenciadas por fatores amplos, como mudanças demográficas e a adoção de novas tecnologias de consumo.

3.2. E-commerce e o transporte urbano de carga

A mudança do comportamento de aquisição de bens no *e-commerce* pelo consumidor vem sendo pautado pela interação dentro das tecnologias persuasivas, na qual envolve três elementos: a fonte, o receptor e a mensagem, conforme Sohaib (2019). A fonte tenta induzir o destinatário a se adaptar ao contexto por meio de mensagens. Em relação ao comércio eletrônico (B2C - *business-to-consumer*), a forma da mensagem é caracterizada por respostas cognitivas do consumidor com o potencial de influenciar a confiança do consumidor e, posteriormente, a intenção de compra, possibilitando uma interação persuasiva que envolve a confiança interpessoal em alcançar o resultado desejado.

O’Riordan et al. (2001) exemplificam que as mídias e as redes sociais alteraram a maneira como as pessoas interagem, colaboram e se comunicam. Em particular, os

canais de redes sociais (SNS) se tornaram extremamente populares e estão criando novas formas de uso da web. A natureza social interativa do SNS permite que as pessoas compartilhem gostos culturais e conteúdo na web, existindo auxílio de ferramentas que facilitam na identificação do desejo do consumo, na transação e no pagamento de produtos. Os bens culturais são bens vivenciais hedônicos e são usados no SNS como um meio de adquirir e manter redes de relacionamentos, entre outros fins. A atualização da tecnologia de comércio eletrônico com o aprimoramento dos modelos de identificação da aspiração da compra e da realização desses pedidos vem promovendo a lucratividade das empresas do *e-commerce* (Huang, 2020).

Na Tabela 3, Burt (2003) pontua as características desse novo cenário do comércio varejista:

Tabela 3 - Características do novo comércio eletrônico

1	Novas empresas de comércio operam por meio de vários canais de marketing.
2	Estruturas de canais no <i>e-commerce</i> são intermediadas de novas maneiras.
3	Novos varejistas de comércio eletrônico operam internacionalmente.
4	Usa novas formas de competição sem preço.
5	Escala organizacional e escopo econômico se tornam mais importantes do que a escala local e o escopo financeiro.
6	As empresas terão uma visão inovadora referente às diferenças entre bens e serviços.
7	Uso da convergência de tecnologias de informação e comunicação como fonte primária de inovação.
8	Novas ideias gerenciais apoiam processos de inovação.
9	A fidelidade do cliente é um conceito central no novo comércio.
10	As políticas do setor público defasadas em relação às novas demandas trazidas pelo <i>e-commerce</i> .

Fonte: Adaptado de Burt (2003).

Nesse novo panorama, Edwards et al. (2011) apontam algumas características na cadeia produtiva do varejo que podem afetar o desempenho da cadeia de suprimentos:

- A navegação na Internet incentiva as pessoas a fazer compras supérfluas ou complementares;
- Aumento nas entregas domiciliares, muitas das quais possuem desempenhos ineficientes;
- Pedidos de clientes com volume pequeno (geralmente de itens únicos) para entrega em áreas dispersas, geograficamente;

- Os bens podem ser obtidos de maiores distâncias, exigindo mais conexões nas operações de transporte, até transformado em operações de multimodalidade;
- Aumento da tendência dos clientes de comprar itens separados de várias empresas diferentes baseadas na web (“*Marketplace*”), com isso, cada uma exigindo entrega separada;
- Necessidade de criação de planejamento de atividades adicionais com o intuito de combinação de vários pedidos de clientes antes da entrega; e
- Geração de nova demanda de viagens por motivo de devolução de pedidos online (logística reversa).

Srinivas (2021) destaca que o total de vendas online praticamente dobrou durante o período da pandemia do COVID-19, onde esse aumento no comércio eletrônico resultou em um aumento, considerável, da pressão sobre as atividades de logística da última milha.

Esse rápido crescimento do comércio eletrônico, que ainda é impulsionado por novas estratégias de negócios como de varejo on-line e on-line para off-line (O2O), amplia a importância do transporte urbano de carga, conforme Lafkihi (2019). Outro ponto em questão, com o intuito de aumentar a competitividade, os varejistas eletrônicos e prestadores de serviços de logística têm dedicado esforços para gerenciar serviços de atendimento expresso, por exemplo, serviço de entrega no mesmo dia, resultando em remessas massivas de alta frequência com prazos de entrega curtos e volumes flutuantes.

Outro ponto destacado por Visser et al. (2014), é que a fragmentação no canal de varejo pode dar origem a aumentos nos movimentos de veículos nas cidades, visto que os varejistas são forçados a oferecer níveis cada vez mais elevados de serviço para consumidores mais exigentes, sendo que por outro lado, o maior nível dessa categoria de serviço pode levar os consumidores a mudar seu comportamento de viagem e, com isso, realizarem menos viagens de carro, uma vez que suas necessidades são atendidas por sistemas sofisticados de entrega em domicílio.

3.3. Inovações no transporte urbano de carga

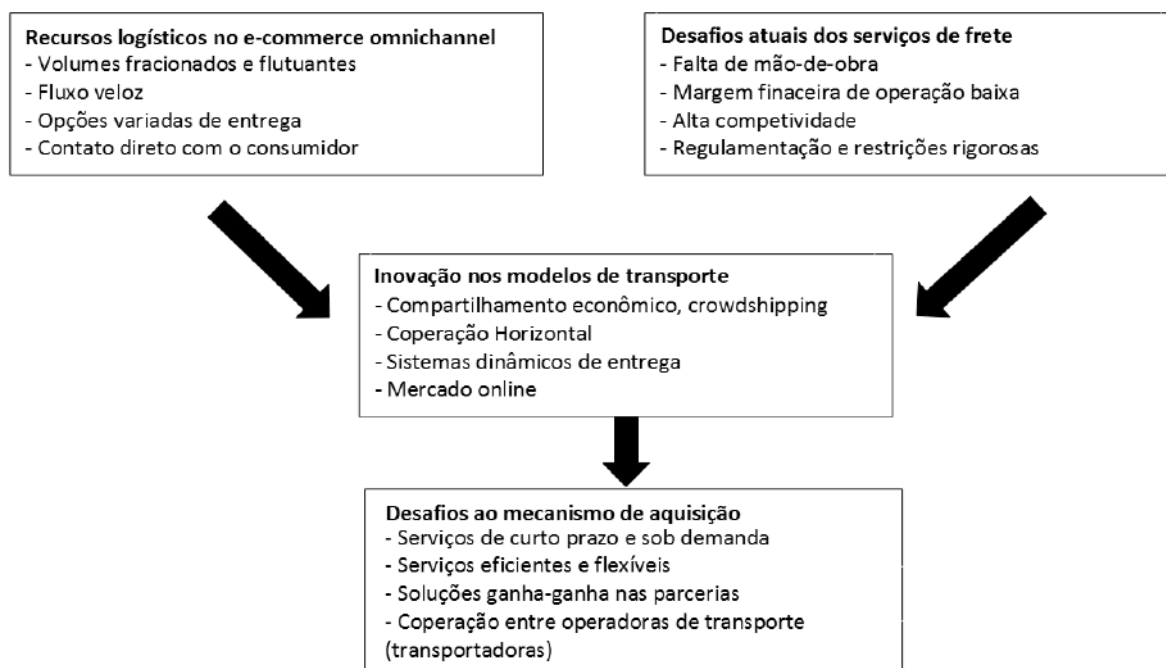
O conceito essencial da qualidade na logística e da gestão da cadeia de suprimentos sempre foi o do produto certo, na hora certa a um custo baixo. Savelsbergh & Woensel (2016) reconhecem que realizar esse preceito em um

ambiente urbano está se tornando extremamente difícil devido ao aumento da complexidade, dinâmica problemática entre as partes interessadas (expedidores, consumidores, governos e prestadores de serviços logísticos) e incertezas operacionais, já que a infraestrutura da capacidade de entrega possui limitações de espaço e tempo. Com isso, torna-se necessário os desenvolvimentos de invasões que possam ser atreladas aos serviços de transportes.

Lafkihi (2019) afirma que a atual conjuntura do transporte de cargas urbano não está suficientemente otimizada e portanto, é caracterizada principalmente pela ineficiência e insustentabilidade financeira e ambiental. Rovai et al. (2014) enfatizam que o comportamento seja a “pedra angular da sustentabilidade”, no qual é necessário que todos os atores envolvidos na cadeia conheçam a importância e os benefícios na adoção de um comportamento sustentável para realizar as mudanças necessárias. Embora a entrega ao domicílio seja muito apreciada pelos consumidores, existem alguns problemas relacionados com este serviço, segundo Visser et al. (2014). Ela é considerada um problema por diferentes atores, principalmente no prisma de clientes e transportadoras. Os consumidores mencionam os seguintes problemas: falta de pontualidade da entrega, da entrega ser realizada em horário comercial no qual o mesmo não se encontra em casa, a não entrega da encomenda, cobrança de entrega com valor elevado, tempo de entrega muito longo e obrigação de espera do pedido em período determinado pelo operador logístico. Já as transportadoras apontam os custos adicionais para entrega repetida e a impossibilidade de não entrega de itens.

Os desafios apresentados na última milha estão sendo abordados com estudos que envolvem metodologias com modelos analíticos, estudos empíricos e revisões de literatura (Mangiaracina et al., 2015). Taniguchi et al. (2020) acentuam que soluções inovadoras de logística urbana estão sendo propostas com o intuito de reduzir externalidades negativas. Lafkihi (2019) explica, conforme destacado na Figura 16, como se dá o relacionamento do transporte urbano de carga com comércio eletrônico “*omnichannel*” pontuando os recursos logísticos no *e-commerce* “*omnichannel*”, desafios atuais dos serviços de fretes, algumas inovações que vem auxiliando os modelos de transporte e desafios no tocante de aquisição de serviços de transportes de carga.

Figura 16 - Mapa temático: Inovação e-commerce e TUC



Fonte: Adaptado de Lafkihi (2019).

Taniguchi et al. (2020) salientam a importância para a evolução da logística urbana, o uso de tecnologias inovadoras recentes, incluindo ITS (*Intelligent Transport Systems*), ICT (*Information and Communication Technology*), IoT (*Internet of Things*), big data e AI (*Artificial Intelligence*). Esses conceitos aplicados em questões como roteamento e programação de veículos com modelos de janela de tempo; modelos multiagentes; modelos multiatores e multicritério; e modelos de roteamento de localização estão auxiliando na avaliação de medidas de política no transporte urbano de carga, através de modelos matemáticos para entender seus efeitos antes de implementá-los com antecedência.

Mangiaracina et al. (2019) apresentam serviços inovativos que estão sendo propostos para auxiliar a resolução dessas questões referentes aos desafios dos transportes realizados nos centros urbanos, nos quais se destacam:

- **Caixas de Recepção** - São caixas instaladas na casa dos clientes (geralmente na garagem ou no quintal), nas quais os pacotes são depositados;
- **Pontos de Coleta Automatizadas** – São armários de propriedade de um varejista ou prestador de serviços de logística utilizadas por diferentes clientes, geralmente agrupadas em estruturas localizadas em locais públicos;

- **Pick-up Points** – São pontos que prestam serviços de armazenamento e entrega de encomendas;
- **Logística de “crowdsourcing”** - consiste na terceirização das atividades de entrega de última milha para uma rede de pessoas "comuns", que estão disponíveis para trazer uma encomenda de um ponto de origem a um ponto de destino;
- **Drones** - consistem em veículos aéreos não tripulados nos quais os pacotes são carregados. Eles são capazes de viajar de uma origem a um destino, a partir de indicação de latitude e longitude via GPS;
- **Trunk** – As encomendas são entregues no porta-malas do carro do cliente: os mensageiros destravam o porta-malas por meio de uma chave digital de uso único associada ao pedido específico;
- **Preços dinâmicos** - quando o tempo de entrega é definido no momento que o cliente realiza o pedido. O comércio B2C disponibiliza uma seleção diferentes preços de entrega a diferentes janelas de horário de entrega;
- **Mapeamento do comportamento do cliente** - baseado em um processo de mineração de dados, no qual consiste em analisar um parâmetro específico que está correlacionado à presença do cliente em casa;
- **Entrega subterrânea** – Realizado por cápsulas contendo os pacotes que se movem dentro de um sistema de duto subterrâneo;
- **Veículos Autônomos** – veículos rodoviários que percorrem percursos pré-programados até o local determinado pelo cliente, que descarregam o veículo retirando seu pedido.

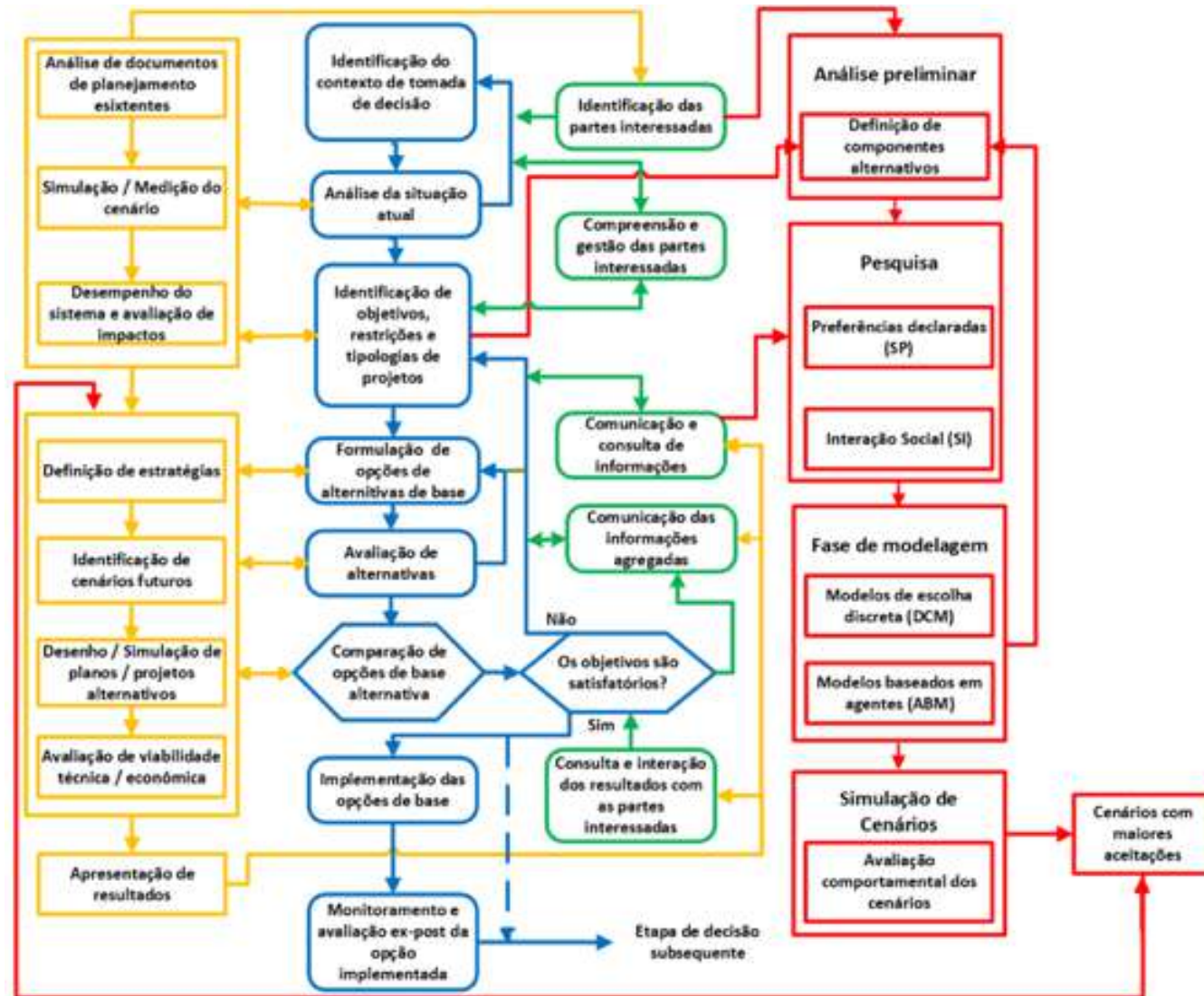
Marcucci et al. (2021) salientam que antes da incorporação dessas inovações é necessário realizar uma pesquisa de comportamento de frete, focando na importância de: (I) mudança de comportamento e engajamento de “*stakeholders*” para a formulação de políticas do TUC; e (II) avaliações comportamentais ex-ante das políticas do transporte urbano de carga para garantir sua aceitação e disseminação. A Figura 17 apresenta o modelo de tomada de decisão no planejamento na última milha com análise comportamental das partes interessadas.

Visser et al. (2014) salienta que os serviços de transporte urbano de carga também devem estar na vanguarda da adoção de novas tecnologias de entregas, uma vez que a operação de entrega na última milha é muito visível para os consumidores e ocorre em áreas sensíveis dentro das cidades (ou seja, zonas residenciais). Embora

parte disso seja baseada em motivos como responsabilidade social corporativa, também parece claro que os fatores de marketing são relevantes. Nguyen et al. (2019) frisam que as três categorias principais de atributos de entrega que impactam a sustentabilidade da cadeia de entrega na última milha são o custo de entrega, a velocidade de entrega e as opções de entrega. O custo de entrega é considerado o fator mais importante para a escolha do método de entrega, no qual Lafkihi (2019) enfatiza que a eficiência de custos no transporte é altamente sensível aos custos de logística, já que corresponde ao maior componente dos custos logísticos para a maioria dos embarcadores, podendo chegar à 60% dos custos logísticos totais de uma empresa. Já a velocidade de entrega, Garver et al. (2012) enfatizam que a expectativa dos clientes por um tempo de entrega mais curto está aumentando constantemente. Por último, Nguyen et al. (2019) voltam a realçar que os consumidores muitas vezes recebem diferentes opções de entrega que podem ser ofertadas em relação a janela de tempos específica.

Sobre a ótica da mitigação dos impactos ambientais, Ignat (2020) discorre que a sustentabilidade da entrega da última milha se relaciona principalmente aos seguintes impactos do transporte rodoviário de carga: poluição do ar (por exemplo, SO_x, NO_x, CO), emissão de gases de efeito estufa (por exemplo, CO₂, CO_{2e}, CH₄), poluição sonora e congestionamentos (desperdício de energético do combustível). Como implicação indireta há as embalagens dos produtos, que impactam na sustentabilidade ambiental, principalmente quando se trata de resíduos plásticos e embalagens não retornáveis. Na perspectiva das mudanças climáticas a redução de CO₂ é relevante. O *European White Book on Transport* (Comissão Europeia, 2011) estabeleceu como meta que o transporte de cargas deve ter uma distribuição urbana quase livre de CO₂ até 2030.

Figura 17 - Modelo de tomada de decisão para planejamento no TUC: Inclusão da análise comportamental das partes interessadas



Fonte: Adaptado de Marcucci et al. (2021)

Ignat (2020) indaga que existem duas opções de reduzir as emissões de carbono. A primeira seria adoção de medidas operacionais, como exemplo introduzindo serviços inovativos que reduzem a emissão de gases do efeito estufa e que possibilitam maior eficiência ao sistema em termos de energia. A segunda opção é influenciar os clientes de comércio eletrônico a terem um comportamento mais sustentável. Van Loon et al. (2015) provam que a natureza do comportamento dos consumidores em termos da escolha do método de cumprimento eletrônico é crucial para determinar a sustentabilidade ambiental do comércio eletrônico. Portanto, tentar influenciar o comportamento dos clientes oferecendo, no momento da escolha, opções de entrega das mercadorias nas quais minimizem os impactos ambientais é muito importante para uma mudança positiva. Wang et al. (2020) atentam que é necessário um esforço interdisciplinar para integrar o comportamento e os anseios dos consumidores na gestão de inovações de serviços de logística de última milha.

3.4. “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”

3.4.1. Preâmbulo

O fenômeno global do *e-commerce* pode ser explicado em parte pelos inúmeros benefícios que ele proporciona aos atores nas cadeias de suprimentos. Vakulenko et al. (2018) discorrem que além dos benefícios, o rápido crescimento do comércio eletrônico resultou no aumento constante dos volumes de entrega e devolução de encomendas, o que acentuou a pressão sobre os atores de entrega de última milha. Para lidar com os volumes crescentes de encomendas entregues e devolvidas, aumentando as expectativas dos clientes e acirrando a concorrência do mercado, os varejistas e prestadores de serviços de logística estão explorando e implementando ferramentas inovadoras, como tecnologias de autoatendimento.

Dentre as novas soluções que estão sendo implementadas nos serviços de transporte de cargas urbanas, Schwerdfeger & Boysen (2020) destacam os “*Parcel Lockers*” e “*Pick-up Points*” como as soluções com maior viabilidade operacional e econômicas atualmente, tendo a possibilidade de replicação em vários centros urbanos mundiais.

Com auxílio da ferramenta “Bibliometrix”, conforme estratégia apresentada na Figura 2, foi levantado um universo de 139 trabalhos sobre os estudos no tocante da utilização dos “*Parcel Lockers*” e “*Pick-up Points*” no transporte da última milha,

oriundos das plataformas “Scopus” e “Web of Science”, realizado conforme Figura 18, que possibilita, na Tabela 4, apresentação de algumas métricas referentes à base de dados em relação fontes dos trabalhos, tipo de publicações, conteúdo dos documentos, autores e rede de colaborações, nas quais é perceptível a importância dessas novas tecnologias pela quantidade alta de pesquisadores e de citações referentes aos trabalhos.

Figura 18 - Base de trabalhos pelo “Bibliometrix” – “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”

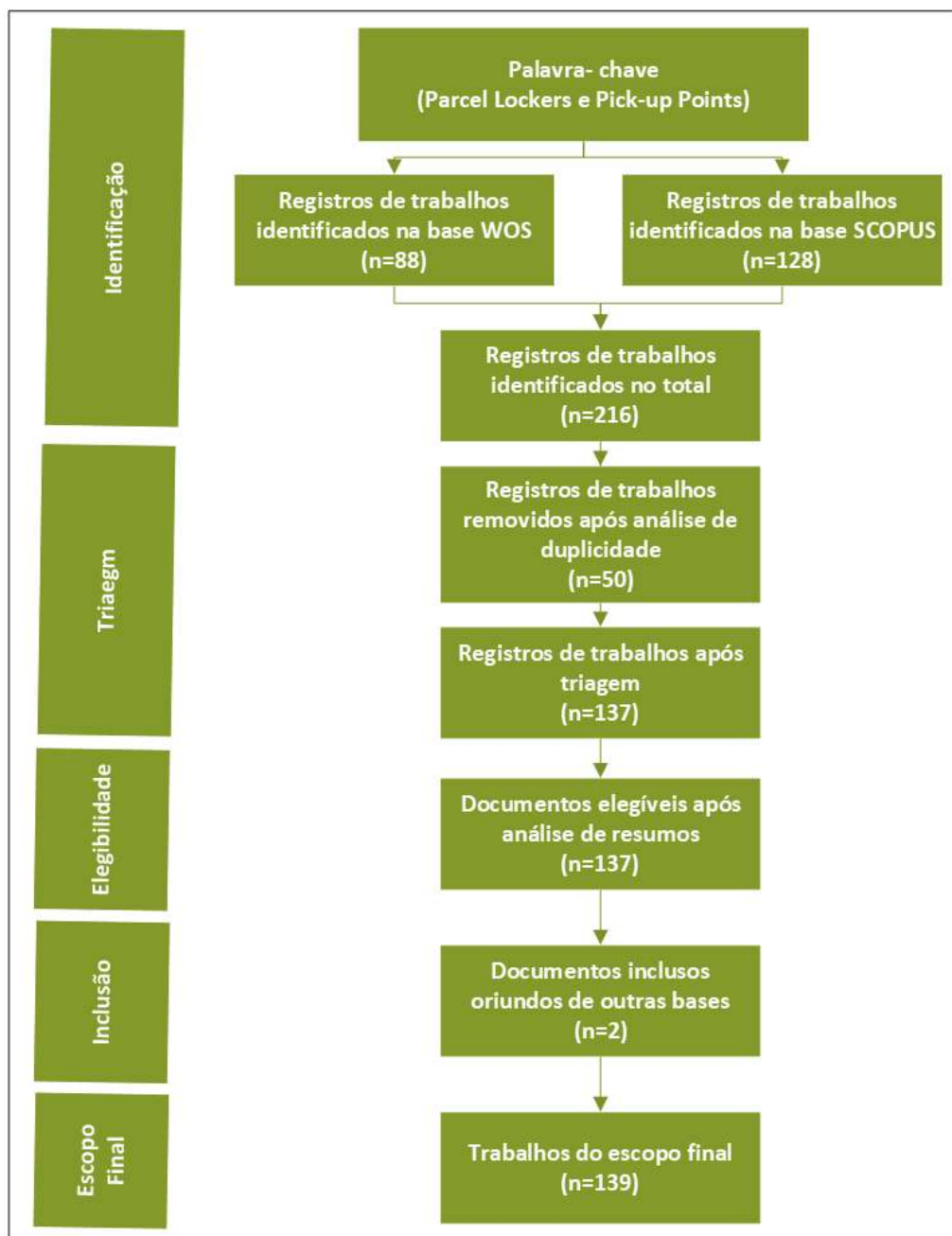


Tabela 4 - Métrica da base de dados da pesquisa - “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”

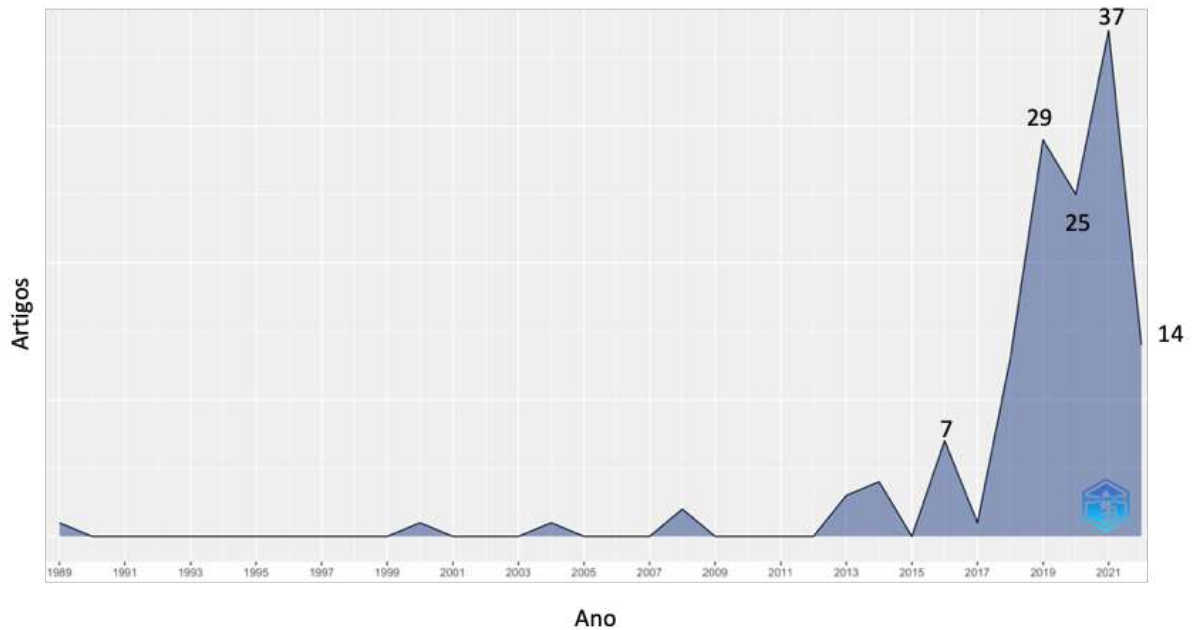
Descrição	Resultados
PRINCIPAIS INFORMAÇÕES SOBRE O CONJUNTO DE ARTIGOS	
Período de Publicação	1989:2022
Fontes (Jornais, Livros e outros)	91
Documentos	139
Média de anos por publicação	3,14
Média de citações por documento	10,88
Média de citações por ano/por documento	2,416
Referências	4493
TIPO DE DOCUMENTOS	
Artigos	89
Capítulos de livro	6
Livros	1
Trabalhos em conferências	37
Revisão	6
CONTEÚDO DOS DOCUMENTOS	
Palavras-chaves principais (ID)	715
Palavras-chaves dos autores (DE)	441
AUTORES	
Autores	365
Quantidade de autores no banco de dados	459
Autores com documentos com autoria simples	7
Autores com documentos com autoria múltipla	358
COLABORAÇÃO DOS AUTORES	
Documentos com autoria simples	9
Documentos por autor	0,378
Autor por documentos	2,64
Coautores por documento	3,33
Index de colaboração	2,78

Fonte: O autor

Durante a análise da base de dados foram constatadas algumas curiosidades. O primeiro trabalho no qual o tema é citado foi publicado em 1989 (Min, 1989), no qual a biblioteca central pública de New Orleans, no qual a mesma possuía 23 outras sedes espalhadas pela cidade e a mesma discorrida sobre a otimização de roteirização para coleta e entrega dentro desses pontos de livros e materiais de escritório. Mas o primeiro artigo no qual as “Pick-up Points” são descritas conforme o conceito atual é datado em 2000 (Rondinelli, 2000), quando a Texaco realizou um estudo de utilização

da sua rede de 400 lojas de conveniência sendo pontos de retirada e armazenamento de encomendas. A Figura 19 mostra a evolução da produção científica anual sobre o tema e verifica que o tema se encontra em voga, já que concentra 77% de suas publicações durante o período de 2019 até os dias atuais.

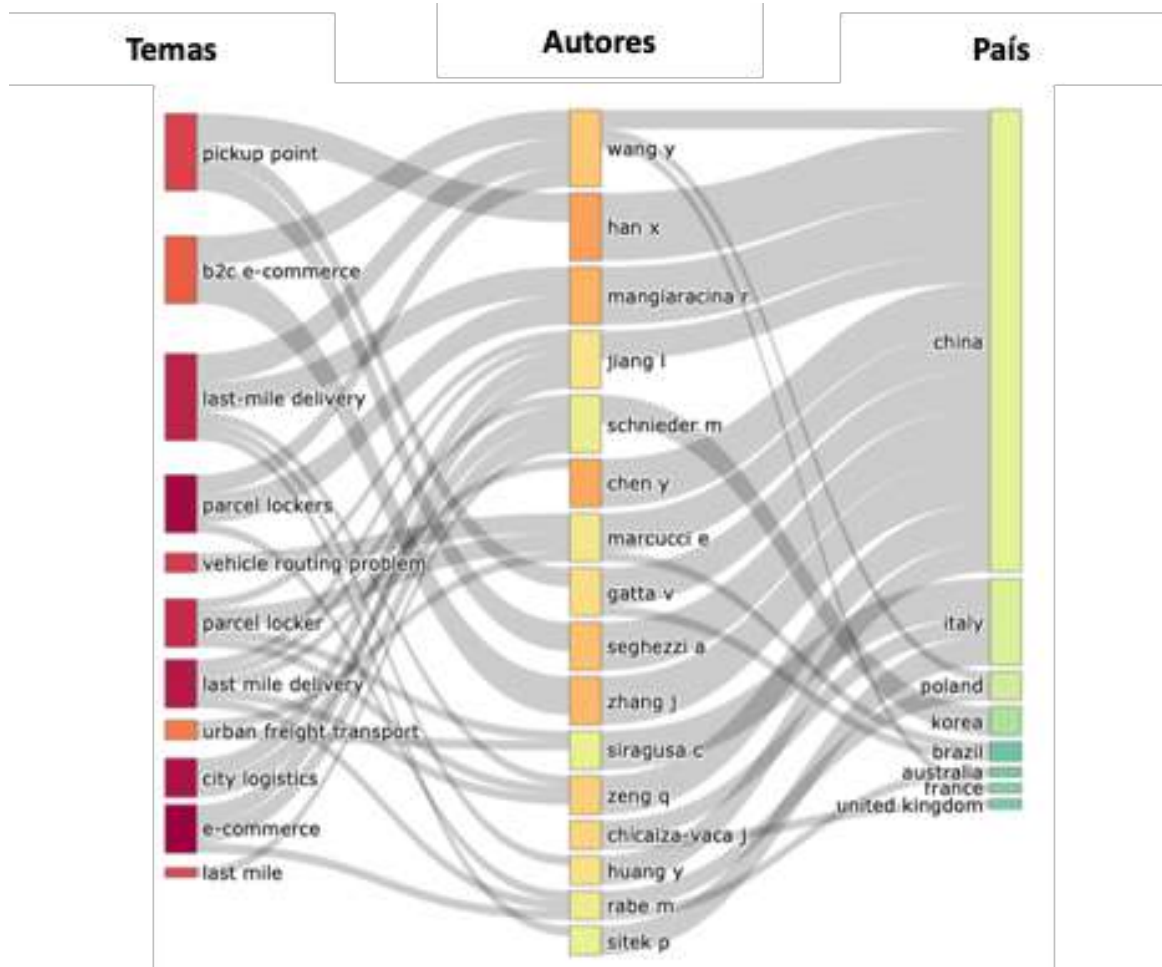
Figura 19 - Evolução Científica Anual: “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”



Fonte: O autor

Na Figura 20 é possível visualizar a relação entre os principais temas que englobam as tecnologias dos “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”, seus pesquisadores de maior relevância e onde essas pesquisas estão sendo desenvolvidas.

Figura 20 - Plotagem de três campos: “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”



Fonte: O autor

A Figura 21, apresenta o *TreeMap* sobre os estudos de “PP” e “APS”, técnica de visualização de dados hierárquicos em árvore estruturada, no qual enfatiza temas que possuem maior visibilidade sobre as pesquisas da base em questão, onde é perceptível a concentração de temas com enfoque nos processos logísticos que envolvem os “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”; no comportamento dos consumidores do *e-commerce*, e em temas pertinentes relacionados aos desafios e atores do universo do transporte de carga urbano.

Figura 21 – TreeMap: “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”



Fonte: O autor.

3.4.2. Definição de “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”

Augereau & Dablanc (2008) definem os “*Parcel Lockers*” (APS) como estações automatizadas, que recorrentemente funcionam 24 horas por dia, 7 dias da semana. Normalmente localizados em supermercados, shopping centers, postos de gasolina, pontos de transporte público ou em lugares públicos com circulação elevada de pessoas. Esses armários são de propriedade de um varejista ou prestador de serviços de logística utilizados por diferentes clientes.

Já Wang et al. (2014) conceitua “*Pick-up Points*”, também conhecidos como “*Click and Collect*” como locais que prestam serviços de armazenamento e entrega de mercadorias. Nesse serviço os clientes vão até esses pontos para retirada das suas encomendas. Essas estações podem pertencer a uma operadora logística ou varejista, que fazem parte de uma rede de cooperativistas entre esses atores. Normalmente funcionam no mesmo horário no qual o ponto se encontra aberto. A Figura 22 mostra um exemplo de cada tecnologia.

Figura 22 - Modelos de “Parcel Lockers” (esquerda) e “Pick-up Points” (direita)



Fonte: Imagens Google

3.4.3. Relato dos estudos relacionados a “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”

Oliveira et al. (2019) enfatizam que o cenário atual de entrega domiciliar convencional é de um pacote para cada entrega, o que agrava os pontos negativos que caracterizam a última milha com a perna mais poluente e ineficiente da cadeia de abastecimento, o que, sem dúvidas, torna o *e-commerce* uma prioridade para prestadores de serviços logísticos e operadores postais, como apontam Vakulenko et al. (2018).

Com as características de carga do comércio eletrônico, de volume pequeno e valor agregado, Visser et al. (2014) destacam que a estratégia operacional de consolidação de carga, principalmente dentro do perímetro urbano, torna o transporte mais eficiente e ambientalmente atrativo. Os “Parcel Lockers” e “Pick-up Points” oferecem opções possíveis para mais consolidação como:

- Cooperação dos remetentes para consolidar as entregas;
- Por receptores (lojistas); e
- Cooperação de operadoras em nível urbano ou nacional.

Sendo que para o sucesso e auto sustentabilidade, conforme Schwerdfeger & Boysen (2020), de iniciativas que envolvem “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”, dependem de vários fatores, como o nível de envolvimento e cooperação dos diferentes atores da última milha (compradores, transportadores e varejistas) durante a fase de implementação do projeto de inovação. além de o apoio político e regulatório das instituições públicas. Com intuito de diversificar as opções de entrega para atender às preferências do cliente, Vakulenko et al. (2018) pontuam que é fundamental o gerenciamento do conhecimento sobre os benefícios desses serviços

inovativos aos clientes, já que esses possuem o poder de decisão, na cadeia do *e-commerce*, de como o seu pedido será disponibilizado para entrega ou retirada.

Outro desafio, que é ponto de estudo de várias pesquisas, é sobre quais as características funcionais e de desempenho que os clientes almejam em relação às operações APS e PP para considerar a proposta atraente. Vakulenko et al. (2018) citam algumas:

- Funcionamento 24 horas por dia, 7 dias por semana;
- Segurança (ponto no qual Oliveira et al. (2015), destacam, com alta influência no Brasil);
- Redução no custo de frete;
- Redução no “*lead time*” de entrega;
- Notificação de entrega;
- Proximidade geográfica das estações em referência ao endereço residencial ou de trabalho; e
- Acesso fácil.

Weltevreden (2008) relata que alguns estudos apontam que os principais pontos que inibem a adoção das APS e PP são a baixa facilidade de uso, a flexibilidade de pagamento e a sensibilidade ao crime e vandalismo.

Faugère & Montreuil (2020) já analisam as premissas para a eficiência de implantação de “*Pick-up Points*” (PP) e estações automatizadas (APS) em relação a entrega dedicada tradicional, sob a sustentabilidade no contexto de cidades grandes estabelecidas em países em desenvolvimento, destacando o impacto de indicadores operacionais da última milha nos âmbitos financeiros, de eficiência de tempo e ambientais (Tabela 5).

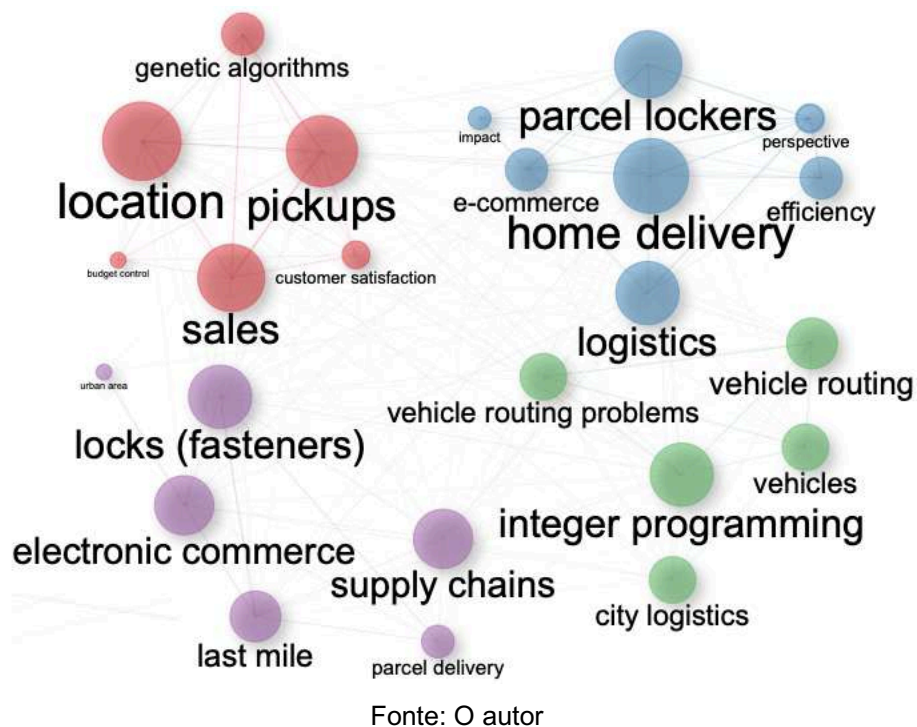
Tabela 5 - Indicadores de desempenho de sustentabilidade

Âmbito	Indicador de Performance
Financeira	Custo Total
	Custo por item transportado
Eficiência de Tempo	Tempo de transporte por item transportado
	Tempo médio entre clientes
Ambiental	Emissão de gases do efeito estufa
	Tempo de viagem por item transportado

Fonte: Adaptado de Faugère (2020)

Ao analisar a rede de relacionamento entre os temas de estudo, Figura 23, com base no banco de dados de pesquisas sobre “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”, é possível perceber de como esses indicadores são importantes obter uma visão sistêmica do desempenho e desafios do sistema de transporte urbano de carga.

Figura 23 - Rede de interações entre os temas – “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”



Morganti & Dablanc (2014) descrevem que em relação à estratégia implementação de redes de estações de coletas pelas operadoras logísticas, é diretamente proporcional em relação ao rápido crescimento das entregas ao consumidor final nas áreas metropolitanas suas adjacentes, definindo um conceito de identificação das principais variáveis e restrições que podem afetar o projeto de uma rede “Pick-up Points. Em uma das suas conclusões eles salientam a relevância da densidade populacional e da proximidade dos nós de transporte público ao projetar uma rede de PP. Um ponto colocado por Visser et al. (2014), que uma maneira que pode minimizar os custos totais de operação, principalmente em relação a investimentos em estrutura física, é o compartilhamento e a terceirização das estruturas “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”. Essa estratégia é a forma mais comum de consolidar e gerar ganhos de eficiência.

É possível ao analisar os dados referentes ao agrupamento por tipo de trabalho foi verificado que os que possuem cunho conceitual correspondem a 35%, enquanto os que possuem desenvolvimento matemático possuem a maioria do escopo com 75%, conforme apresentado na Tabela 6. O domínio da utilização de modelos matemáticos nas pesquisas da área mostra a utilização de algoritmos e softwares para resolução de premissas e comprovação de hipótese com maior assertividade, visto ser ferramentas importantes na sua aplicação, diante da rapidez das análises e da obtenção de resultados mais precisos.

Tabela 6 - Publicações agrupadas por foco dos trabalhos desenvolvidos

Matemático	Conceitual
Luo et al. (2022), Merkert et al. (2022), Yang et al. (2022), Yu et al. (2022), Che et al. (2022), Peppel & Spinler (2022), Faller et al. (2022), Calabrò et al. (2022), Carotenuto et al. (2022), Vicent et al. (2022), Lin et al. (2022), Jiang et al. (2022), Moya-Martinez et al. (2021), Katsela et al. (2021), Simic et al. (2021), Mehmood et al. (2021), Mancini & Gansterer (2021), Rossolov (2021), Catapang & Solano (2021), Ooi & Tan (2021), Zeng et al. (2021), Serrano-Hernandez (2021), Lemardelé et al. (2021), Schnieder et al. (2021), Breinbauer & Strauss (2021), Schnieder et al. (2021), Yu et al. (2021), Milewski & Milewska (2021), Rabe et al. (2021), Liu et al. (2021), Sitek et al. (2021), Prandstetter et al. (2021), Pan et al. (2021), Shin & Center (2021), Zheng et al. (2020), Takada et al. (2020), Rasini et al. (2020), Han & Zhang (2020), Selmic et al. (2020), Maria et al. (2020), Rabe et al. (2020), Gunawan et al. (2020), Zhang & Lu (2020), Yang et al. (2020), Sitek et al. (2020), Enthoven et al. (2020), Wang et al. (2020), Schnieder & West (2020), González-Varona et al. (2020), Schwerdfeger & Boysen (2020), Redi et al. (2020), Grigoras et al. (2019), Han et al. (2019), Ayu et al. (2019), Zhou et al. (2019), Yu & Luo (2019), Peng et al. (2019), He & Haasis et al. (2019), Ji et al. (2019), Na (2019), Dongxiao et al. (2019), Orenstein et al. (2019), Gatta et al. (2019), Oliveira et al. (2019), Lee et al. (2019), Sitek & Wikarek (2019), Hideyama et al. (2019), Pham & Lee (2019), Da Silva et al. (2019), Jiang et al. (2019), Saad & Bahadori (2018), Han & Wang (2018), Zhou et al. (2018), Li & Mao (2018), Han et al. (2018), Lachapelle et al. (2018), Mohamed & Ndiaye (2018), Deutsch & Golany (2018), Zhang et al. (2018), Beirigo et al. (2018), Simoni et al. (2017), Oliveira et al. (2017), Chen et al. (2016), Chen et al. (2016), Giuffrida et al. (2016), Dondo & Cerda (2014), Al-Nawayseh et al. (2013), Quintana et al. (2013), Durand et al. (2013), Taniguchi & Kakimoto (2004), Min (1989).	Lai et al. (2022), Buzzega & Novellani (2022), Seghezzi et al. (2021), Nikishkin & Tsimbaev (2021), Marcucci et al. (2021), Marcysiak (2021), Asdecker (2021), Chaberek (2021), Iannaccone et al. (2021), Kawa & Pierański (2021), Kunytska et al. (2021), Keeling et al. (2021), Siragusa et al. (2021), Kiba-Janiak et al. (2021), Wróbel & Polak (2021), Tang et al. (2021), Schaefer & Figliozzi (2021), Tsai & Tiwasing (2021), Rosenberg et al. (2021), He (2020), Faugère & Montreuil (2020), Mitrea et al. (2020), Lagorio & Pinto (2020), Hofer et al. (2020), Taniguchi et al. (2020), Cagliano et al. (2020), Wang et al. (2019), Lin et al. (2019), Nahry & Vilardi (2019), Van Duin et al. (2019), Mangiaracina et al. (2019), Xu & Liu (2018), Vakulenko et al. (2018), Allen et al. (2018), Zenezini et al. (2018), Dos Santos & Sánchez-Díaz (2016), Lemke et al. (2016), Moroz & Polkowski (2016), Morganti & Deblanc (2014), Morganti et al. (2014), Xu et al. (2014), Taniguchi et al. (2014), Visser et al. (2014), Weltevreden (2008), Kim et al. (2008), Augereau & Dablanç (2008), Na N. (2000).

Fonte: O autor

No tocante ao agrupamento por natureza dos dados foi apurado que no escopo levantando que 42% das publicações o estudo foi utilizado dados reais para o seu embasamento, enquanto os outros 58% são correspondentes a trabalhos que utilizaram dados hipotéticos, demonstrados na Tabela 7. Apesar da busca contínua em retratar a realidade da logística através da modelagem, a coleta e consolidação dos dados reais ainda é uma dificuldade relativa presente nesta área, visto o volume de dados e a dificuldade no rastreamento das informações, entre outras.

Tabela 7 - Publicações agrupadas por tipo de dados de aplicação

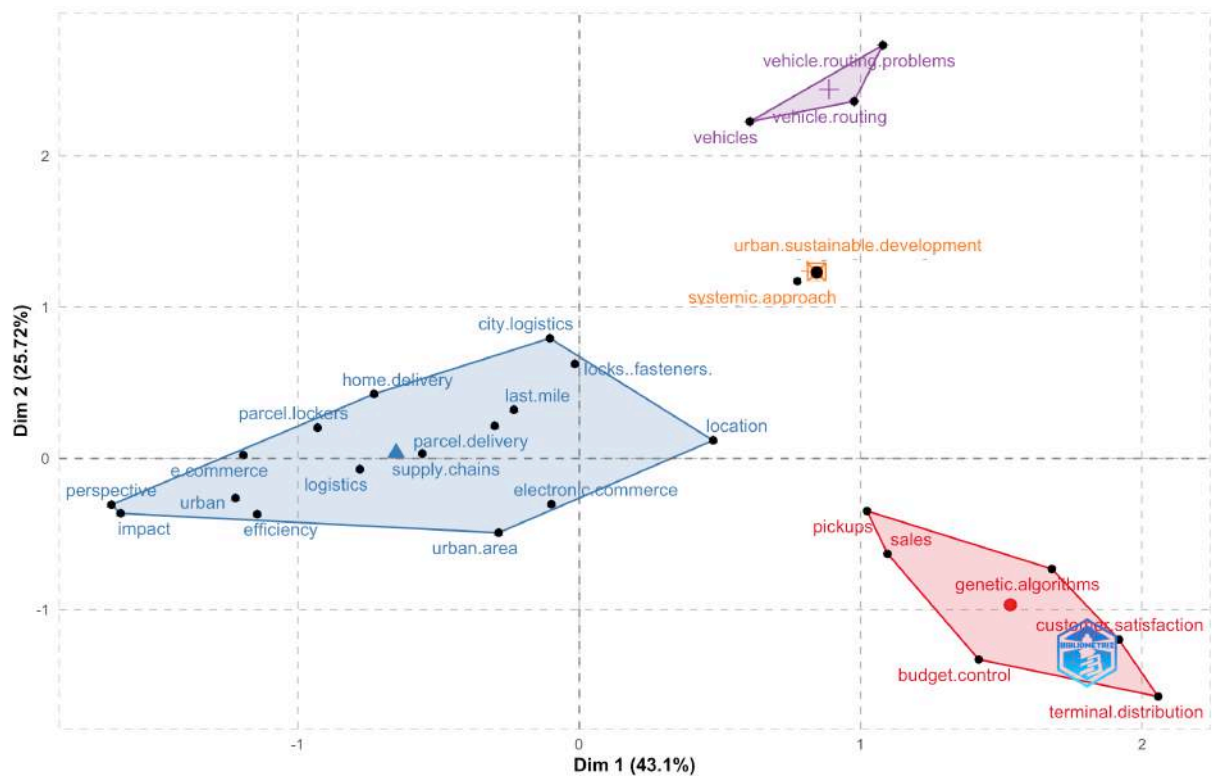
Real	Hipotético
Luo et al. (2022), Merkert et al. (2022), Yu et al. (2022), Lai et al. (2022), Peppel et al. (2022), Carotenuto et al. (2022), Buzzega & Novellani (2022), Seghezzi et al. (2021), Nikishkin & Tsimbaev (2021), Marcysiak (2021), Iannaccone et al. (2021), Kawa & Pierański (2021), Kunytska et al. (2021), Keeling et al. (2021), Schnieder et al. (2021), Kiba-Janiak et al. (2021), Breinbauer & Strauss (2021), Tang et al. (2021), Schnieder et al. (2021), Chaberek (2021), Schaefer & Figliozzi (2021), Milewska & Milewska (2021), Tsai & Tiwasing (2021), Rosenberg et al. (2021), Selmic et al. (2020), Maria et al. (2020), Schnieder & West (2020), González-Varona et al. (2020), Mitrea et al. (2020), Zhang & Lu (2020), Hofer et al. (2020), Taniguchi et al. (2020), Cagliano et al. (2020), Grigoras et al. (2019), Wang et al. (2019), Ji et al. (2019), Nahry & Vilardi (2019), Da Silva et al. (2019), Behnke (2019), Xu & Liu (2018), Lachapelle et al. (2018), Vakulenko et al. (2018), Allen et al. (2018), Zenezini et al. (2018), Oliveira et al. (2017), Moroz & Polkowski (2016), Lemke et al. (2016), Morganti & Deblanc (2014), Morganti et al. (2014), Visser et al. (2014), Taniguchi et al. (2014), Xu et al. (2014), Quintana et al. (2013), Augereau & Dablanc (2008), Taniguchi & Kakimoto (2004), Na N. (2000), Min (1989).	Che et al. (2022), Faller et al. (2022), Yang et al. (2022), Calabrò et al. (2022), Vicent et al. (2022), Lin et al. (2022), Jiang et al. (2022), Moya-Martinez et al. (2021), Katsela et al. (2021), Simic et al. (2021), Mehmood et al. (2021), Mancini & Gansterer (2021), Marcucci et al. (2021), Asdecker (2021), Rossolov (2021), Catapang & Solano (2021), Shin & Center (2021), Ooi & Tan (2021), Zeng et al. (2021), Serrano-Hernandez (2021), Siragusa et al. (2021), Lemardelé et al. (2021), Wróbel & Polak (2021), Yu et al. (2021), Rabe et al. (2021), Liu et al. (2021), Sitek et al. (2021), Prandtstetter et al. (2021), Pan et al. (2021), Zheng et al. (2020), Takada et al. (2020), Rasini et al. (2020), Gunawan et al. (2020), Han & Zhang (2020), He (2020), Faugère & Montreuil (2020), Rabe et al. (2020), Wang et al. (2020), Schwerdfeger & Boysen (2020), Redi et al. (2020), Enthoven et al. (2020), Lagorio & Pinto (2020), Yang et al. (2020), Sitek et al. (2020), Han et al. (2019), Ayu et al. (2019), Zhou et al. (2019), Yu & Luo (2019), Peng et al. (2019), He & Haasis et al. (2019), Lin et al. (2019), Na (2019), Van Duin et al. (2019), Lee et al. (2019), Sitek & Wikarek (2019), Hideyama et al. (2019), Pham & Lee (2019), Jiang et al. (2019), Gatta et al. (2019), Dongxiao et al. (2019), Orenstein et al. (2019), Gatta et al. (2019), Mangiaracina et al. (2019), Oliveira et al. (2019), Saad & Bahadori (2018), Han & Wang (2018), Zhou et al. (2018), Li & Mao (2018), Han et al. (2018), Mohamed & Ndiaye (2018), Deutsch & Golany (2018), Zhang et al. (2018), Beirigo et al. (2018), Simoni et al. (2017), Dos Santos & Sánchez-Díaz (2016), Chen et al. (2016), Chen et al. (2016), Giuffrida et al. (2016), Dondo & Cerda (2014), Al-Nawayseh et al. (2013), Durand et al. (2013), Kim et al. (2008).

Fonte: O autor

Rosenberg (2021) ressalta que os pesquisadores especialistas sobre o planejamento de transporte urbano de carga discutem os efeitos sustentáveis (ambientais, sociais e financeiros) na ótica da inovação, sobre os diferentes *stakeholders* envolvidos, usando uma análise multiator e multicritério (MAMCA). Os resultados da pesquisa mostram que os “*Parcel Lockers*” e “*Pick-up Points*” são soluções lucrativas para todas as partes interessadas. Os estudos revelam que internalizar custos externos e aumentar a capacidade de uso do depósito são opções mais viáveis financeiramente. O mapa fatorial de análise de correspondência múltipla (MCA) é uma técnica de análise de dados para dados categóricos nominais, usada para detectar e representar estruturas subjacentes em um conjunto de dados. Ele faz isso representando dados como pontos em um espaço euclidiano de baixa dimensão. O procedimento, portanto, parece ser a contrapartida da análise de componentes principais para dados categóricos (Aria, 2017). A MCA pode ser vista como uma extensão da análise de correspondência simples (CA), pois é aplicável a um grande

conjunto de variáveis categóricas. A Figura 24 mostra o mapa fatorial que destaca assuntos pertinentes aos “Parcel Lockers” e “Pick-up Points” no contexto do transporte urbano de carga.

Figura 24 - Mapa de Estrutura Conceitual (Método: MCA) – “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”



Fonte: O autor

Após análise do mapa de estrutura conceitual foi agrupado em 4 categorias os artigos relacionados as “Pick-up Points” e “Parcel Lockers” em relação aos desafios demandados no transporte urbano de carga sustentável, conforme apresentado na tabela 8.

Tabela 8 - Publicações agrupadas por tipo de desafio TUCS

Aspecto Comportamental / Planejamento Operacional Logístico	Lai et al. (2022), Merkert et al. (2022), Calabrò et al. (2022), Seghezzi et al. (2021), Nikishkin & Tsimbaev (2021), Marcucci et al. (2021), Simic et al. (2021), Marcysiak (2021), Breinbauer & Strauss (2021), Asdecker (2021), Iannaccone et al. (2021), Kawa & Pierański (2021), Kunytska et al. (2021), Keeling et al. (2021), Ooi & Tan (2021), Serrano-Hernandez (2021), Siragusa et al. (2021), Kiba-Janiak et al. (2021), Zeng et al. (2021), Wróbel & Polak (2021), Tang et al. (2021), Tsai & Tiwasing (2021), Milewski & Milewska (2021), Shin & Center (2021), He (2020), Faugère & Montreuil (2020), Cagliano et al. (2020), Mitrea et al. (2020), Schnieder & West (2020), Zhang & Lu (2020), Taniguchi et al. (2020), Hofer et al. (2020), He & Haasis et al. (2019), Wang et al. (2019), Nahry & Vilardi (2019), Van Duin et al. (2019), Dongxiao et al. (2019), Hideyama et al. (2019), Na (2019), Pham & Lee (2019), Mangiaracina et al. (2019), Da Silva et al. (2019), Ji et al. (2019), Yu & Luo (2019), Behnke (2019), Xu & Liu (2018), Han et al. (2018), Vakulenko et al. (2018), Zenezini et al. (2018), Zhang et al. (2018), Simoni et al. (2017), Oliveira et al. (2017), Chen & Han (2016), Dos Santos & Sánchez-Díaz (2016), Moroz & Polkowski (2016), Lemke et al. (2016), Morganti & Deblanc (2014), Morganti et al. (2014), Visser et al. (2014), Taniguchi et al. (2014), Weltevreden (2008), Augereau & Dablanc (2008), Na N. (2000).
Localização	Luo et al. (2022), Faller et al. (2022), Che et al. (2022), Yang et al. (2022), Lin et al. (2022), Moya-Martinez et al. (2021), Mehmood et al. (2021), Rossolov (2021), Mancini & Gansterer (2021), Lemardelé et al. (2021), Schnieder et al. (2021), Chaberek (2021), Schaefer & Figliozzi (2021), Rosenberg et al. (2021), Rabe et al. (2021), Zheng et al. (2020), Han & Zhang (2020), Selmic et al. (2020), Maria et al. (2020), Rasini et al. (2020), Lagorio & Pinto (2020), González-Varona et al. (2020), Yang et al. (2020), Wang et al. (2020), Rabe et al. (2020), Schwerdfeger & Boysen (2020), Gunawan et al. (2020), Grigoras et al. (2019), Han et al. (2019), Lin et al. (2019), Peng et al. (2019), Orenstein et al. (2019), Zhou et al. (2019), Oliveira et al. (2019), Saad & Bahadori (2018), Han & Wang (2018), Zhou et al. (2018), Li & Mao (2018), Lachapelle et al. (2018), Deutsch & Golany (2018), Chen et al. (2016), Xu et al. (2014).
Problemas de Roteirização	Yu et al. (2022), Carotenuto et al. (2022), Vicent et al. (2022), Buzzega & Novellani (2022), Jiang et al. (2022), Catapang & Solano (2021), Yu et al. (2021), Liu et al. (2021), Sitek et al. (2021), Pan et al. (2021), Jiang et al. (2021), Takada et al. (2020), Sitek et al. (2020), Redi et al. (2020), Enthoven et al. (2020), Ayu et al. (2019), Sitek & Wikarek (2019), Allen et al. (2018), Mohamed & Ndiaye (2018), Beirigo et al. (2018), Dondo & Cerda (2014), Al-Nawayseh et al. (2013), Quintana et al. (2013), Min (1989).
Ambiental	Peppel & Spinler (2022), Schnieder et al. (2021), Katsela et al. (2021), Prandstetter et al. (2021), Jiang et al. (2019), Gatta et al. (2019), Giuffrida et al. (2016), Durand et al. (2013), Kim et al. (2008), Taniguchi & Kakimoto (2004).

Fonte: O autor

Aspecto comportamental e planejamento operacional logístico é a categoria que concentra o maior número de estudos com 40% do montante, indicando o seu potencial para a inclusão na cadeia de transporte urbano de carga. Esse fato demonstra a necessidade da imersão das “*Pick-up Points*” na visão sistêmica da última milha. O estudo de Dos Santos & Sánchez-Díaz (2016) é destaque por analisarem o cenário e os desafios que o TUC na perspectiva dos operadores logísticos, que através de entrevistas com os mesmos, utilizou metodologia em escala “Likert” para avaliação de respostas com o intuito de explorar relações entre opiniões e atributos das transportadoras. Simoni et al. (2017) embasam o direcionamento de

possíveis políticas governamentais para a utilização das “Pick-up Points” através de modelo para o problema de roteamento de veículos *multi-depot* com frota heterogênea de veículos para centros de consolidação urbana (UCCs). De acordo com os resultados, combinações de regulamentos e subsídios que abordam o tráfego de entrada e saída das instalações podem ser as abordagens mais eficientes e ecológicas.

Mangiaracina et al. (2019) apontam os desafios dos “Parcel Lockers” tratados no âmbito das operações logísticas:

- Redução da probabilidade de falha na entrega. Uma entrega falha no caso de o cliente não recuperar a encomenda dentro do prazo permitido ou se o varejista / fornecedor perder o prazo acordado. Segundo Oliveira et al. (2015), o cliente não se encontrar em casa no momento da entrega é o principal problema, gerando a necessidade de re-entregas e consequentemente, o aumento dos custos de transporte. Sob o mesmo viés, a Newlogix (2002) afirma que apenas 60% das entregas do B2B são feitas com sucesso e os custos de entrega por encomenda no domicílio somam cerca de 40% de todos os custos relevantes para o serviço de entregas;

- Aumento da densidade de clientes devido à agregação de pedidos vindos de diferentes clientes no mesmo local;

- Maior automação da entrega, porque o pacote é entregue na caixa e o cliente não precisa assinar; e

- Aumento da distância percorrida pelo cliente, pois diferentemente da entrega em domicílio, os clientes precisam se deslocar para chegar aos armários onde as encomendas estão armazenadas.

Já Mitrea et al. (2020) analisaram o potencial desempenho das “PP” e “APS” sob as perspectivas de uma amostra de residentes da cidade italiana de Turim e correlacionando os níveis de serviços das empresas de transporte com as aflições que implicam administração pública da cidade em relação ao fenômeno de entrega na última milha. Asdecker (2021) realizou uma revisão da literatura, com enfoque qualitativo, sobre os fatores que influenciam para aceitação dos clientes na utilização de serviços inovadores no transporte urbano de carga. Zeng et al. (2021) focaram sua pesquisa no período de rotatividade para um bom desempenho dos “Parcel Lockers” na operação de entrega na última milha.

Breinbauer & Strauss (2021) perscrutem o contexto dos processos de coleta e manuseio para remessas de encomendas B2C e destaca as propriedades mais importantes e os critérios de sucesso de uma implementação sob diferentes condições de contexto, verificando a existência de conexão entre a densidade de caixas e a participação no comércio eletrônico de uma população em determinada região, sempre com o enfoque também da necessidade de otimização quanto ao postulado da sustentabilidade no transporte de carga urbano. Iannaccone et al. (2021) comparam o cenário atual a entrega em domicílio com uma rede de transporte de carga urbana que utiliza os armários de encomendas na perspectiva de constante crescimento do mercado eletrônico. Com a utilização de variáveis socioeconômicas dos clientes nos atributos que caracterizam essas estratégias alternativas de atendimento, demonstraram em seus resultados que a distância e a acessibilidade são os principais determinantes da escolha do cliente no momento do tipo de frete.

Sobre a localização de “faciliteis” que possam agregar no processo de transporte de carga na última milha, no enfoque de operações com “*Pick-up Points*”, Li & Mao (2018) formularam um modelo integral misto de localização com o intuito de resolução de local, considerando suas restrições de capacidade e nível de serviço exigido pelo cliente, levando em conta dois tipos de demandas: autoatendimento e troca e devoluções de mercadoria. Já Zhou et al. (2018) propuseram duas estratégias de localização para “PP” com base na densidade histórica dos clientes de uma determinada cadeia varejista online, considerando a satisfação dos clientes de cada áreas estudadas, sendo essa problemática resolvida com aplicação do IBM® CPLEX. Saad & Bahadori (2018) utilizaram a ferramenta GURU® para realizar a localização ótima por distância geográfica e combinou janelas de tempo com possíveis layouts dos postos de “APS”.

González-Varona et al. (2020) descrevem uma solução de localização com aproveitamento da infraestrutura de bancas de revistas, respaldando como uma solução de rápida implantação, com alta ramificação na rede logística e de cunho social no tocante de nova oportunidade econômica aos donos desses pontos. Schwerdfeger & Boysen (2020) desenvolveram em seu trabalho um conceito de “Parcel Lockers” móveis, ou seja, uma solução que mescla localização dos “APS” com roteirização para o posicionamento desde, possibilitando a mudança de localização durante o dia, seja de forma autônoma ou por um humano, com o intuito de otimizar a infraestrutura dos armários satisfazendo todos os clientes.

Mancini & Gansterer (2021) combinaram as abordagens de entrega domiciliar atendida com a de local de entrega compartilhada através de dois algoritmos que compensam o nível de serviço dependendo do tipo de entrega escolhida pela gama de clientes. Rossolov (2021) apresenta como resultado do seu estudo uma avaliação da demanda potencial para um sistema “*Pick-up Points*” que está sendo implantado, no qual é analisado primeiramente a etapa de demanda atual, posteriormente a estimativa de gastos de tempo de atividade de compra e por último uma simulação com resultados econômicos e espaciais com o intuito de definição do melhor perfil de localização.

Yang et al. (2022) observam a evolução espacial das instalações logísticas e estabelecem uma série de modelos de regressão para explorar os fatores determinantes da escolha da localização das instalações logísticas usando um conjunto de dados baseado em grade de alta resolução. Os resultados baseados nessa metodologia possibilitam o vislumbamento de um caminho para elaboração de políticas orientadas para o desenvolvimento sustentável em alcance regional, já que o modelo propõe uma estrutura analítica que reconsidere os fatores de escolha da localização espacial como meio de controlar as externalidades negativas ambientais da logística.

A terceira categoria é relacionada aos problemas de roteirização. O estudo de Beirigo et al. (2018) se baseia na modelagem de variação do problema de transporte integrando pessoas e frete “PFIT”, tendo os veículos propósitos mistos, com infraestrutura de mobilidade compartilhada. Sitek et al. (2020) apresentam uma abordagem híbrida na sua modelagem com o objetivo de soluções de roteirização que atendem as janelas de tempos de entrega e as restrições de capacidade de veículo com a inserção das “APS” como um fator do problema. Carotenuto et al. (2022) realizaram uma comparação entre a entrega “*Door-to-Door*” com os armários de entrega, através de uma abordagem matemática heurística baseada em prioridade nessa sequência: consolidação de carga e roteirização.

Na esfera ambiental foi levantado um total de 10 trabalhos dentro do universo de 137 estudos, no qual o primeiro datado em 2004, no qual Taniguchi & Kakimoto (2004) desenvolveram modelos de roteamento e programação de veículos, dentro de janelas de tempo, com simulação de tráfego para avaliar efeitos do e-commerce no TUC e seus respectivos impactos ambientais, onde houve a constatação que o crescimento do *e-commerce* possibilita a elevação do tráfego em áreas e

repercussões negativas no meio ambiente. Kim et al. (2008) desenharam um sistema de entrega em rede sustentável (SERS) com inserção de “PP’s” e a avaliaram em relação ao atual sistema de entrega de carga na última milha. Os resultados apontam que o “SERS” pode alcançar reduções significativas de consumo de energia e emissões de poluentes no sistema de entregas.

Já Durand et al. (2013) apresentam em seu estudo onde apresentam a comparação em três cenários: os serviços de entrega expressa procuram melhorar seu nível de desempenho com redução no tocante nas falhas de entrega; agrupamento por meio de pontos de coleta próximo nos quais os consumidores retiram as encomendas diretamente nos pontos de venda; e por fim através de infraestrutura de “*Pick-up Points*” compartilhadas entre vários atores de diferentes cadeias varejistas. Os cenários com “PP’s” são mais eficientes com emissões diárias reduzidas em até 26%. Giuffrida et al. (2016) analisam as soluções de “APS” através de um modelo que analítico que avaliam os custos e o impacto ambiental em relação ao cenário de entrega domiciliar tradicional, no qual focam em avaliar os processos de entrega na última milha em aspectos financeiros e ambientais combinados.

Dentro da evolução dos estudos Gatta et al. (2019) já avalia impactos na última milha nos âmbitos financeiros e ambientais, com a combinação de serviços “APS” próximos a polos de transportes e crowdshipping. O resultado foi válido para entendimento do potencial dessa estratégia para novos estudos. Jiang et al. (2019) propõe um problema de caixeiro viajante com redução na última milha, com a distribuição de “*Parcel Lockers*”, que através dos resultados computacionais demonstraram êxito em alguns cenários.

Prandtstetter et. al. (2021) formularam recomendações de implementação dos “*Pick-up Points*” no tocante do impacto em relação às distâncias percorridas e suas respectivas emissões de CO_2 , onde constataram que em alguns cenários há contribuições positivas. O trabalho de Katsela et al. (2021) avalia os impactos ambientais a partir da comparação de cenários que possuem diferentes configurações de consolidação de cargas com a utilização de “APS”. Os autores estimam e discutem como as externalidades relacionadas ao transporte nessas configurações podem ser incluídas na avaliação financeira da logística da cidade e como impactam nos efeitos ambientais.

Schnieder et al. (2021) exemplificam que os “*Parcel Lockers*” são opções que podem reduzir efeitos externos das entregas de última milha, como emissão de

poluentes, uso do solo, poluição sonora entre outros. Nesse contexto, esses autores realizaram um sumário sobre os estudos e pesquisas que simulam emissão causadas pela entrega de armários, por subseqüente criando um modelo de demanda de entregas onde simulam os fatores de emissões em 20 cenários, utilizando dados reais, na cidade de Nova York, adicionando um cálculo do máximo de clientes que poderiam retirar essas encomendas utilizando automóveis, utilizando métricas do HBEFA, para resultar uma diminuição na emissão de gases. Mais recentemente, Peppel & Spinler (2022) desenvolveram um estudo de abordagem que projeta redes de “APS” estacionárias que minimizem as emissões de CO_2 e custos de movimentação da carga. Com a utilização de um modelo Logit avaliaram disposições dos destinatários para utilizar os “Parcel Lockers” a depender da localização e distância, nos quais localizações eficientes podem gerar impactos de até 2,5% de emissões nas áreas urbanas.

3.5. Considerações sobre o capítulo

Este capítulo proporcionou o enriquecimento do entendimento sobre a cadeia de transporte urbana de carga, necessidade motivada pelo carecimento de aprimoramento nos processos que envolvem o TUC. Os conceitos abordados em relação ao cenário atual do *e-commerce* permitiram mapear seus atuais desafios a partir da análise das características que afetam o desempenho da cadeia e do processo de como os gestores priorizam os atributos que afetam o desempenho da cadeia durante a tomada de decisão.

Diante desses conceitos foi possível desenvolver um questionário que conduza o entrevistado a expressar de forma mais clara e objetiva sobre seus hábitos e premências no processo do *e-commerce*, permitindo traçar uma comparação entre o perfil da população brasileira com o perfil de consumidores pelo canal eletrônico, exposição de seus hábitos de consumos e suas premências em relação a atributos de entrega. Essa base também proporcionou percepções que apoiaram a construção dos cenários de simulação e que estabeleceram métodos de análise comparativa entre eles.

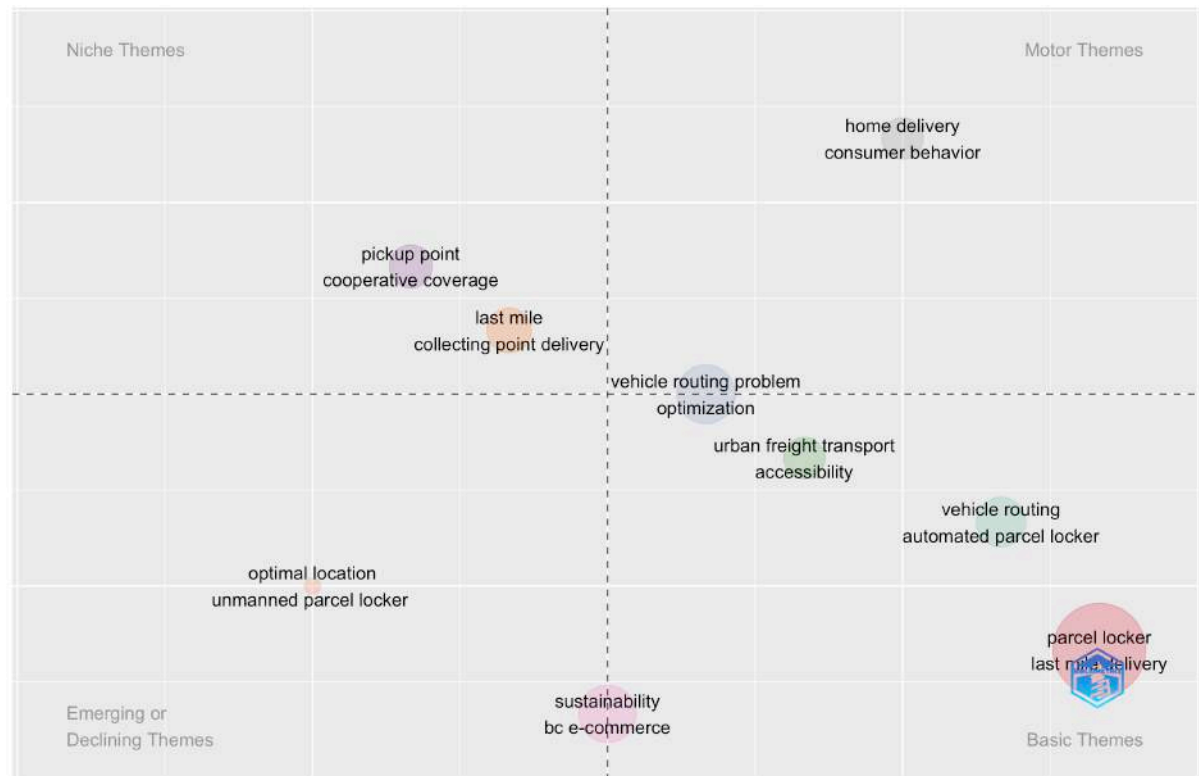
Ao analisar a inevitabilidade da inclusão de novas tecnologias no processo de entrega urbano de carga com o intuito da busca da melhoria contínua da sustentabilidade, foi possível certificar que as “Pick-up Points” e os “Parcel Lockers”

são as opções que proporcionam a melhor relação de custo benefício, tendo um investimento de implantação relativamente baixo em relação às demais tecnologias e com possibilidade de rápida implementação e adaptabilidade na cadeia de processos do TUC.

Com o levantamento do amplo conjunto de estudos relacionados às “PP`s” foi possível observar a evolução conceitual em relação a esse tipo de serviços nos últimos anos, com isso, possibilitou a caracterização de suas funcionalidades, seus benefícios, suas restrições e seus impactos, principalmente no âmbito ambiental, no transporte urbano de carga. Esse esforço promoveu uma fundamentação sólida para inserção das “Pick-up Points” nos desenhos dos cenários simulados, salientando suas peculiaridades no tocante às emissões de dióxido de carbono.

A Figura 25 apresenta o mapa temático baseado na fonte bibliográfica, no qual evidencia o alto estágio de relevância e produção (temas motores) de estudos relacionados aos serviços logísticos de entrega de encomendas residenciais e sua relação direta com o comportamento dos consumidores. Outro ponto a ser observado que estudos envolvendo as soluções inovadoras (APS e PP) na entrega urbana de carga são temas básicos de elevada relevância, e a sustentabilidade na cadeia produtiva do e-commerce é um tema que está emergindo e que vem se tornando relevante nas discussões. É notado que as “*Pick-up Points*” é um tema nicho que está diretamente envolvido nas soluções onde acontecem compartilhamento de recursos entre os atores que atuam na última milha, como também é notório que os estudos relacionados ao transporte urbano de carga é um tema com elevado grau de relacionamento com acessibilidade das pessoas.

Figura 25 - Mapa Temático: “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”



Fonte: O autor

Dessa forma, a discussão realizada nos capítulos 2 e 3 reforça que é possível estabelecer um método de análise dos impactos ambientais, no aspecto de emissão de gases poluentes, decorrentes da adoção de “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”. Assim, a próxima seção trata da metodologia proposta.

4. METODOLOGIA

4.1. Introdução

Neste capítulo será apresentado o método proposto para atingir os objetivos estabelecidos para desenvolvimento do presente trabalho. O método se encontra dividido em quatro etapas, apresentados com suas respectivas metas na Figura 26.

Figura 26 - Metodologia

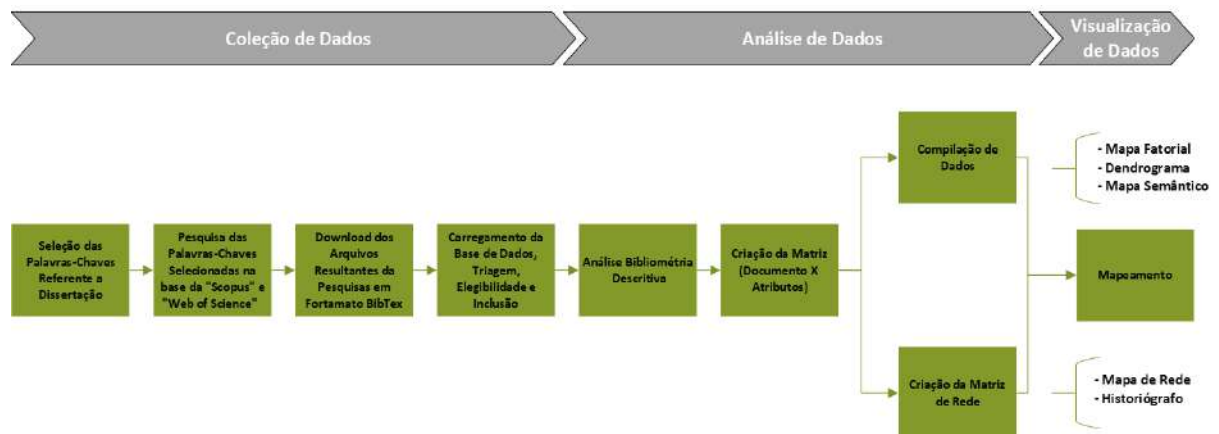


Fonte: O autor

4.2. Estruturação do *Construct* Conceitual

O método de como será realizado a revisão bibliográfica, auxiliado pela ferramenta do “Bibliometrix”, dividido em três grandes processos (colecção de dados, análise de dados e visualização de dados) é apresentado na Figura 27.

Figura 27 - Revisão Bibliográfica – “Bibliometrix”



Fonte: Adaptado de Aria & Cuccurullo (2017).

4.2.1. Coleção de dados

O processo de coleção de dados é o momento em que é realizada a busca por trabalhos relacionados ao tema do estudo (Aria & Cuccurullo, 2017), no qual a estratégia está representada na Figura 2. Os passos que a compõe, sequencialmente, são:

➤ Seleção das palavras-chaves referente a dissertação: Nessa atividade é realizada a seleção das palavras-chaves que corroboram para o objetivo do estudo e que são destaques no universo temático em relação ao objeto estudado. As palavras-chaves utilizadas, todas na língua inglesa, nesse estudo foram: “*City Logistics*”, “*Sustainable Urban Freight Transport*”, “*Parcel Lockers*” e “*Pick-up Points*”.

➤ Pesquisa das palavras-chaves seleccionadas na base da “Scopus” e “Web of Science”: Nessa tarefa foi aplicado a primeira parte da estratégia de pesquisa bibliográfica, a Identificação, conforme demonstrada na Figura 2, no qual foi acessado o endereço eletrônico da base “Scopus”, que segundo a instituição Elsevier (2021), é o maior banco de dados de resumos e citações da literatura com revisão por pares: revistas científicas, livros, processos de congressos e publicações do setor; e da base “Web of Science” que é um portal de periódicos, por meio de assinatura junto à *Clarivate Analytics*, que oferece acesso à coleção principal da base de dados no qual disponibiliza as referências e resumos em todas as áreas do conhecimento, além de possibilitar o uso de ferramentas que permitem análises bibliométricas de citações, referências e índice h (CAPES, 2021). A pesquisa das palavras-chaves é realizada no menu de “Pesquisas Avançadas” que permite a busca específica (“TITLE-ABS-KEY”

ou “TS” – Tópicos) como propicia o uso de vários tipos de filtros com o intuito de refinamento da busca.

➤ Download dos arquivos resultantes da pesquisa em formato “Bibtex”: A realização das pesquisas nas plataformas “Scopus” e “Web of Science” permitem que o banco de dados resultante possa ser convertido em arquivos “Bibtex”, formato que é possível trabalhar cienciometria e análises bibliométricas no software R[®] (plataforma livre de linguagem de programação multi-paradigma orientada a objetos, programação funcional, dinâmica, fracamente tipada, voltada à manipulação, análise e visualização de dados (Cran R Project, 2021)) através do uso do pacote “Bibliometrix” que é composto por um conjunto de funções que permitem essa natureza de análise de produção científica.

➤ Carregamento da base de dados, triagem, elegibilidade e inclusão: Após as tarefas anteriores é necessário realizar o carregamento da sequência de arquivos em formato “Bibtex” na ferramenta Studio R[®] (software livre de ambiente de desenvolvimento integrado para R[®] (Cran R Project, 2021)), onde será formado um quadro de dados bibliográficos através da pesquisa da API do “Scopus” e “Web of Science” para obter informações sobre os documentos em um conjunto de autores através do ID. Nesse momento foram aplicadas as outras três fases da estratégia de pesquisa: triagem, elegibilidade e inclusão, conforme apresentado na Figura 2.

Na fase de triagem ocorre a exclusão da base de documentos que apresentam duplicidade. Isso ocorre quando o mesmo documento aparece nos resultados das duas plataformas, havendo a necessidade de exclusão de uma das cópias. No estágio de elegibilidade foi realizada a leitura dos resumos dos trabalhos que permaneceram na base após a fase 2. Os trabalhos que não possuíam correlação ao tema do estudo eram excluídos. Na fase de inclusão foram incluídos artigos, dissertações, teses e livros que não constavam nas bases “WOS” ou “Scopus”. Estes trabalhos eram oriundos de pesquisas individuais realizadas por métodos de busca a trabalhos científicos na internet (Google Acadêmico) ou por indicação pelo o grupo de pesquisa Trama.

4.2.2. Análise de dados

Conforme Aria & Cuccurullo (2017), os passos que compõem esse processo são, em sua ordem sequencial:

➤ Análise bibliométrica descritiva: Nessa atividade conseguimos formatar um objeto de classe do banco de dados com auxílio do pacote “Bibliometrix” no R[®]. Com isso é possível resumir os principais resultados da bibliometria para análise; apontar as referências ou autores mais citados; identificar os autores dos trabalhos que compõem o banco de dados mais citados; calcular a classificação de dominância dos autores; medir a produtividade e o impacto da citação de um pesquisador; estimar coeficientes da lei de Lotka para produtividade científica, calcular ocorrências cumulativas anuais das principais palavras-chaves / temas; e associar as palavras-chaves dos autores com as palavras-chaves mais atribuídas aos temas de pesquisa. O produto final é a tabela de resultados.

➤ Criação da matriz (Documento X Atributos): Nessa operação é extraído tags de campo diferentes do padrão codificado da “WoS”/“Scopus”. Essa extração origina campos no banco referentes aos termos textuais encontrados nas publicações (resumo, título, palavra-chave do autor e outros) incluindo essas informações no quadro de dados bibliográficos. Após o R[®] calcula uma matriz “Documento X Atributos” onde pode ser verificado a força de associação, índice de inclusão, o coeficiente de Jaccard e o coeficiente de similaridade de Salton entre os objetos da rede bibliográfica.

➤ Compilação de dados: Nesse momento é criado a estrutura do mapa conceitual da área científica para proporcionar os cálculos para análise de correspondência múltipla (MCA) e para o “Coupling Map”, produzindo uma matriz de ocorrências como resultado de agrupamentos de informações.

➤ Criação da matriz de rede: Em paralelo a compilação de dados ocorre o cálculo do acoplamento bibliográfico mais frequentemente usado (cocitação, colaboração e redes de coocorrência), originando uma rede de cocitação histórica a partir do quadro de dados bibliográficos.

4.2.3. Visualização de dados

A visualização de dados, que com a aplicação do “Biblioshiny”, que conforme o (Cran R Project, 2021), fornece uma interface da web para “Bibliometrix” no qual apoia os usuários na análise a partir da criação de tabelas, gráficos, mapas, desenho de redes nos diferentes níveis de métricas: origens, autores e documentos. Essa análise contempla as estruturas conceitual, intelectual e social da área de estudo.

➤ **Mapeamento:** Nessa atividade final para a aplicação “Biblioshiny” permite a concepção visual dos dados oriundos da rede bibliográfica construída, da rede história de citações, do mapa da conceitual estruturado em MCA e grupos de pesquisa. O resultado são o mapa fatorial, dendograma, mapa semântico, mapa de rede e histógrafo.

4.3. Pesquisa Exploratória

Sampieri et al. (2006) afirmam que as pesquisas exploratórias visam examinar um tema pouco estudado, no qual buscam especificar propriedades e características importantes pouco exploradas do fenômeno analisado.

Foi selecionado o método de pesquisa exploratória com o propósito de realizar uma análise descritiva do perfil socioeconômico do consumidor, oriundo do canal online, da cadeia produtiva “Material de Construção” da cidade de Fortaleza. Para aplicação dessa pesquisa foi adotado para um modelo de Escolha Discreta (ED) que permite mensurar os atributos que são de maior importância na tomada de decisão do consumidor. Os dados serão obtidos através de pesquisa de preferência declarada (PD).

A Tabela 9 apresenta as principais características da PD expressadas por Morikawa (1989).

Tabela 9 - Características dos dados de preferência declarada

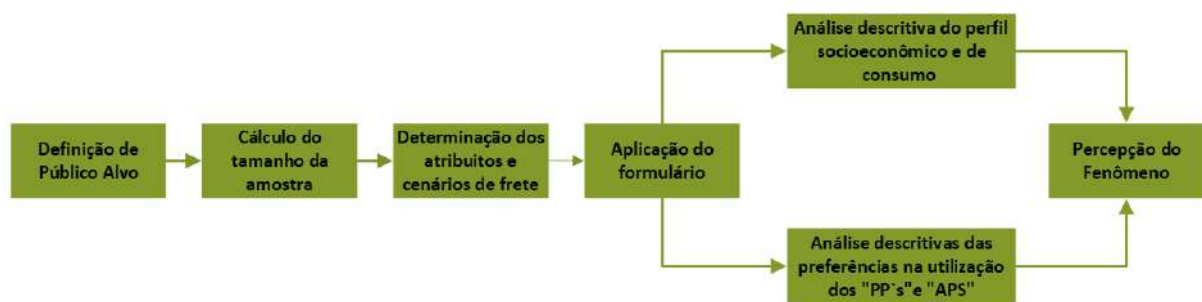
Característica	Dados de preferência declarada
Preferência	Escolha por cenários hipotéticos. Pode ser incongruente com o comportamento atual.
Alternativas	Alternativas produzidas. Podem mostrar preferências por novas alternativas (não-existent).
Atributos	Sem erros de medida. Multicolinearidade pode ser evitada por projeto. Amplitude pode ser estendida.
Grupos de Escolha	Predefinidos.
Número de Respostas	Fácil de aplicar questionamentos repetitivos.
Forma das respostas	Várias formas de respostas: escolha de uma opção (choice), ordenamento (rank), avaliação (rating).

Fonte: Adaptado de Morikawa (1989)

De acordo com Brandli e Heineck (2004), a elaboração de uma PD deve seguir os critérios metodológicos da técnica, necessariamente abrangendo três pontos fundamentais: estruturação, aplicação e análise para interpretação.

A Figura 28 apresenta os passos seguidos para o desenvolvimento da pesquisa referente às “*Pick-up Points*” e “*Parcel Lockers*”. Relatando que é uma pesquisa com abordagem quantitativa, tendo como objetivo compreender o fenômeno em sua sistematicidade e representá-lo numericamente.

Figura 28 - Modelo da Pesquisa Exploratória



Fonte: O autor

➤ Definição do Público Alvo: Com o intuito de traçar um perfil socioeconômico e de preferências no tocante de tipo de entrega mais próximo da realidade da cadeia varejista escolhida para o desenvolvimento desse estudo de caso, dessa forma, definimos como público-alvo os consumidores de e-commerce residentes na cidade de Fortaleza e possam ser potenciais usuários de pontos de coleta ao realizarem uma compra na internet. Não foi restringido nenhum perfil de consumidor para responder à pesquisa, ou seja, atributos de gênero, faixa etária e perfil socioeconômico não foram restrições para responder ao formulário. Foi inserido um ponto de corte no questionário, no qual o entrevistado indicava na segunda seção se o mesmo já havia realizado alguma compra via online. Se a resposta escolhida fosse não a enquete era encerrada.

➤ Cálculo do tamanho da amostra: Triola (2017) discorre que o tamanho amostral consiste em uma ferramenta estatística de planejamento com o intuito de tornar uma pesquisa exequível, determinando um tamanho de amostra que possa representar, com a maior acurácia possível, as mesmas características e comportamento em

relação a população alvo do estudo. Para realizar este cálculo foi utilizado a equação a seguir.

Equação 1 - Determinação de tamanho da amostra

$$n = \frac{Z^2 * \hat{p} * \hat{q} * N}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * \hat{p} * \hat{q}}$$

Fonte: Triola (2017)

Onde,

n = número de elementos da amostra;

N = número da população = 1.897.804;

Z = valor da abscissa da curva normal associada ao nível de confiança de 90% (escore z) = 1,65;

e = erro tolerável da amostra de 5% = 0,05; e

\hat{p} = porcentagem com o qual o fenômeno se verifica (desconhecido) = 0,5;

\hat{q} = porcentagem complementar (1-p).

É importante ressaltar que a população total de Fortaleza/CE atualmente, conforme dados do IBGE (2022), é estimada em 2.703.391 de pessoas. Mas como a nossa intenção se concentra na população que esteja apta a realizar compras por meio da web ou por aplicativos, foi estipulado um filtro no qual apenas a população com idade a partir de 15 anos estaria apta a realizar tal ação. Logo, após essa estratificação por faixa etária se chegou ao número de 1.897.804. Após os cálculos concluímos que para ter a representatividade espera amostra de ter no mínimo 272,21, arredondando, 273 pessoas.

➤ Determinação dos atributos e cenários de frete: Kroes & Sheldon (1998) salientam que ao se realizar uma pesquisa declarada, em qualquer cenário de estudo, é necessário definir as variáveis de interesse (atributos) e os valores (níveis) dessas variáveis que serão avaliados pelos entrevistados.

Brandli & Heineck (2004) sugerem um número mínimo de níveis com situações antagônicas, eliminando-se situações intermediárias. Os níveis dos atributos podem ser quantitativos ou qualitativos e discretos ou contínuos. Outro ponto abordado por

esses autores é que os níveis devem possuir propriedades de mensurabilidade, operacionalidade e compreensibilidade.

Com isso definimos que o questionário seria composto de quatro seções sendo: perfil socioeconômico, consumo online, perfil e preferências de consumo e preferências de escolha do método de entrega com a desmobilização das “*Pick-up Points*” e dos “*Parcels Lockers*”.

Em relação à primeira seção do questionário foi determinado os principais atributos que constantemente são utilizados em pesquisas, como no censo do IBGE (2010), de levantamento do perfil socioeconômico. A Tabela 10 apresenta as variáveis de interesses e seus respectivos valores abordados neste bloco.

Tabela 10 - Atributos e níveis de interesse da seção socioeconômica

Variáveis de Interesses	Níveis de Valores
Gênero	Masculino, Feminino e Prefiro não declarar
Faixa etária de idade	15 - 19 anos, 20 - 24 anos, 25 - 29 anos, 30 - 39 anos, 40 - 49 anos, 50 - 59 anos, 60 - 69 anos e Acima de 69 anos
Renda mensal familiar	Até R\$ 596,20; Entre R\$ 596,21 e R\$ 1.192,410; Entre R\$ 1.192,41 e R\$ 2.384,80; Entre R\$ 2.384,81 e R\$ 5.962,00; Entre R\$ 5.962,01 e R\$ 11.924,00; Entre R\$ 11.924,01 e R\$ 23.848,00 e Acima de R\$ 23.848,00

Fonte: O autor

A segunda seção do questionário existe apenas uma pergunta para certificar se o entrevistado já realizou alguma compra pelo canal online em sua vida. Se o mesmo respondeu que sim, seria direcionado para o terceiro bloco de perguntas. Se a resposta fosse não, sua pesquisa seria finalizada e encaminhada para a seção de agradecimento e sugestões.

A seção 3 é composta por uma série de sete perguntas que buscam identificar o perfil de compras online do consumidor e suas preferências de atributos no momento de escolha do processo de recebimento do produto. A Tabela 11 exhibe as variáveis de interesses e seus respectivos valores que revelam essas precessões.

Tabela 11 - Atributos e níveis de interesse da seção consumo online

Variáveis de Interesses	Níveis de Valores
Frequência que é realizado compras online	Diariamente, Semanalmente, Quinzenalmente, Mensalmente, Semestralmente e Anualmente
Ticket médio de compra	Até R\$ 50,00, Entre R\$ 50,01 até R\$ 100,00, Entre R\$ 100,01 até R\$ 500,00, Entre R\$ 500,01 até R\$ 1.000,00 e Acima de R\$ 1.000,00
Características de peso e dimensões dos pedidos	Peso: Leve / Volume: Pequeno, Peso: Pesado / Volume: Pequeno, Peso: Leve / Volume: Grande e Peso: Pesado / Volume: Grande
Atributo mais atrativo no tocante sobre a escolha do método de entrega	Frete grátis, Valor do Frete, Tempo de Entrega, Flexibilidade de Horário de Entrega, Rastreamento da Entrega e Impacto Ambiental da Entrega
Percepção sobre emissões de poluentes referentes a entrega	É uma questão relevante da qual a sociedade deve se preocupar, É uma questão irrelevante para a sociedade e Não possui uma opinião formada sobre o assunto
Sobre a utilização de “Pick-up Points” e “Parcel Lockers”	Sim e Não
Questionamento sobre seção de cores	Vermelho, Preto e Branco

Fonte: O autor

É importante frisar que o último questionamento desse bloco, a seleção de cores para o próximo bloco, tem o intuito de inibir o preenchimento seguindo um mesmo padrão como mecanismos de resposta automática.

Para definição do 4º bloco, relacionado às escolhas de entrega com inserção das “*Pick-up Points*” na cadeia logística, os atributos que foram incorporados nesse trecho da pesquisa foram selecionados com base nos artigos de Oliveira et al. (2019) e de Da Silva et al. (2019).

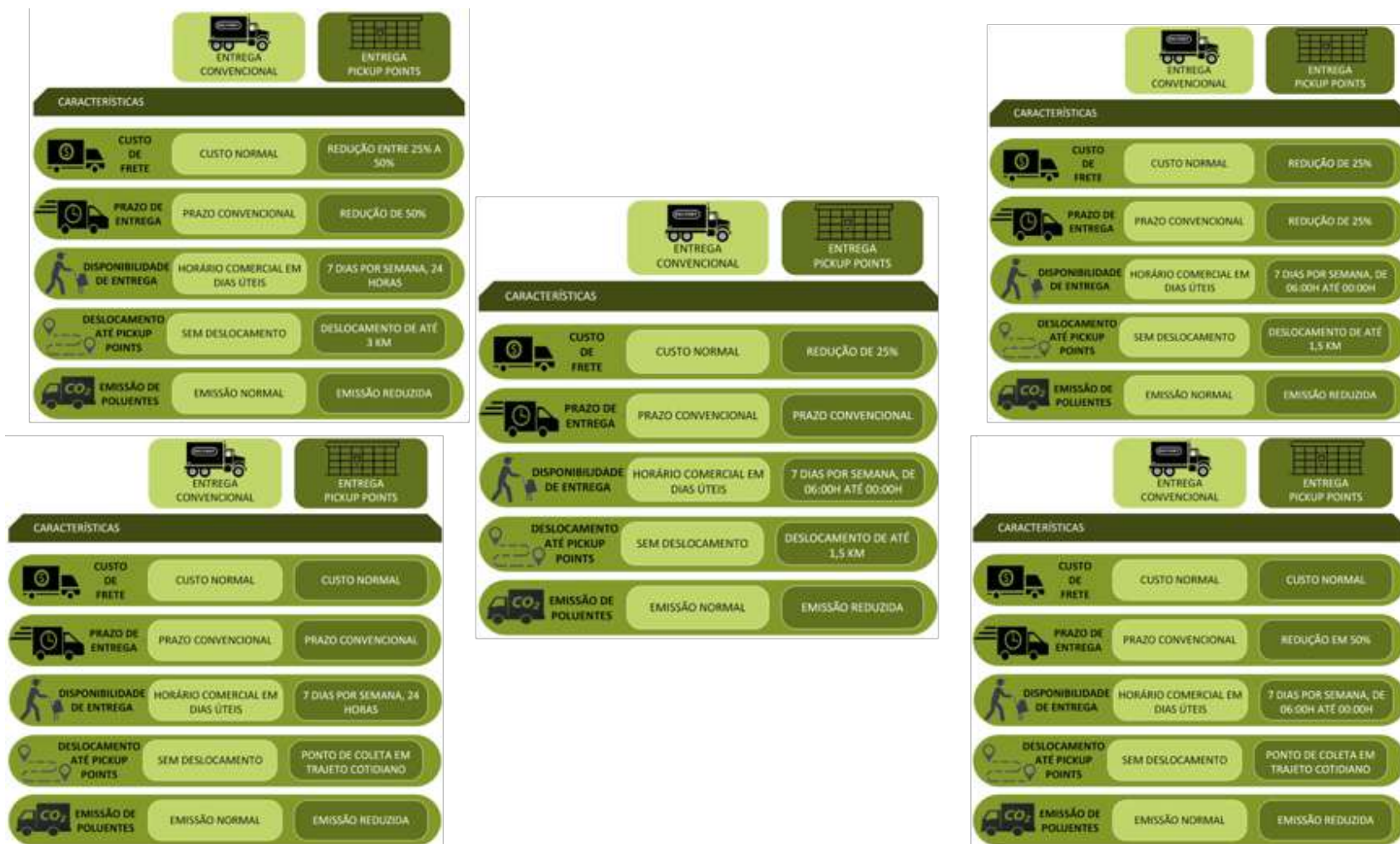
Oliveira et al. (2019) destacam em seus resultados que os atributos mais importantes selecionados pelos entrevistados na cidade de Belo Horizonte /MG foram, em ordem de importância, “informação e rastreabilidade”, “horário de entrega”, “custo de transporte” e “localização”. Os resultados apresentados por Da Silva et al. (2019) sinalizam como atributos de maior importância, na sequência, foram “Frete Grátis”, “Prazo de entrega”, “Valor de frete” e “Conhecer o horário de entrega”.

Após análise dos estudos e do cenário atual da cadeia varejista em estudo foram selecionadas as variáveis de interesse de “Custo de frete”, “Prazo de entrega”, “Disponibilidade de entrega” e “Distância de deslocamento dos clientes até os pontos

de coletas das “APS””. Foi incluída uma quinta variável para incluir o tema principal deste estudo de caso que é “Emissões de dióxido de carbono”.

Essa seção é composta por cinco cenários criados de maneira que a combinação dos cinco atributos selecionados apresenta diferentes graus de atratividade, abrangendo todo o espectro de experiências com pesos distintos. Os entrevistados, ao analisar o cenário, possuem duas opções de escolha: “Entrega convencional” ou “Entrega *Pick-up Points*”. A Figura 29 apresenta os cinco cenários com seus valores determinados.

Figura 29 - Cenários que compõe a seção “Preferência de método de entrega com a disponibilização de “Pick-up Points” e “Parcel Lockers”



Fonte: O autor.

➤ Aplicação do formulário: É importante salientar que o surgimento da pandemia da COVID-19 ocasionou uma restrição da prática de entrevistas realizadas presencialmente. Por isso foi necessário buscar uma nova alternativa para a aplicação do questionário. Fragoso et al. (2013) frisam a importância de como aplicar e como pensar em abordagens metodológicas que sejam eficientes e que permitam, aos pesquisadores, coletar e analisar dados compatíveis com seus problemas de pesquisa e com suas perspectivas teóricas, mantendo o devido rigor científico. Camboim et al. (2015) salientam que pesquisas apontam que a internet se tornou um espaço de adequação das ferramentas e métodos tradicionais às condições e possibilidades do ciberespaço.

Flick (2009) observa que para essa adequação é necessário levar em consideração o contexto geral que todos os envolvidos na pesquisa precisam conseguir fazer uso dos recursos computacionais de forma ampla e ter experiência com uso de computadores e softwares, além de ter acesso à internet.

Camboim et al. (2015) destacam que pesquisas realizadas no âmbito da rede mundial de computadores facilitam bastante o trabalho do pesquisador pela praticidade de uso com a redução de custos e o uso do recurso tempo. Outro aspecto positivo é a capacidade de acesso a um grande número de pessoas, diminuindo distâncias, dando opções de sincronia ou não à pesquisa e facilitando a edição dos dados coletados.

Mas Baptista & Cunha (2012) lembram que: “o acesso à internet ainda não é universal e tal tipo de pesquisa ainda é vista com certa desconfiança pelos participantes pela questão da confidencialidade das respostas e pela falta de contato pessoal, o que inclusive compromete a espontaneidade”. Esse ponto levantado, considerando as desigualdades sociais e de renda características da população brasileira, salienta que possíveis distorções em alguns resultados podem acontecer na aplicação de questionários online.

Considerando tudo já descrito e que o consumidor do comércio eletrônico necessariamente seja um usuário de internet, foi optado pela sua disponibilização via online com a utilização da ferramenta “Forms” da empresa Google©, conforme apresentado no Apêndice A.

No tocante a publicação em redes sociais Boyd & Ellison (2007) relata que os grupos sociais atuais são definidos por meio de relacionamentos e de conexões

pessoais e profissionais. Esse contexto pode afetar o amplo acesso da pesquisa ao público-alvo especificado no estudo de caso.

Fragoso et al. (2013) discutem sobre a construção de corpus, o dentro e o fora da rede, lembrando que a internet é um universo difícil de recortar em virtude de sua escala, mas que a definição do tema é que deve delimitar o universo da pesquisa. Os autores reforçam que todos os pesquisadores têm a obrigação de explicitar seus processos de seleção e recorte e explicar que aqueles casos estão sendo destacados por que são peculiares.

Outra faceta da publicação via redes sociais é que os convites para responder uma pesquisa na internet, por exemplo, podem ser vistos como lixo eletrônico, desestimulando aqueles que porventura responderão. Deste modo, convém avaliar os objetivos da pesquisa antes decidir o meio que será utilizado para coleta de dados, levando em consideração quais serão as modificações e custos envolvidos (Camboim et al. 2015).

Nesse contexto geral, por se tratar de uma pesquisa construída em plataforma online, a estratégia de divulgação selecionada foi a utilização dos canais das redes sociais (Facebook, Instagram e Whatsapp) institucionais do DET/PETTRAN/UFC e pessoais da equipe do grupo de pesquisa TRAMA.

➤ Análise descritiva do perfil socioeconômico e de consumo: Nesse passo foi realizado uma crítica em relação aos dados das sessões do questionário relacionadas ao tema socioeconômica e de perfil do consumidor online. No tocante ao primeiro tema iremos comparar os resultados obtidos da pesquisa com dados estimados publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Após esse tratamento de dados, foram apresentadas comparações entre os dados oriundos da amostra, levantada com a aplicação do questionário, com os dados estimados pelo IBGE referente até o período de fevereiro de 2022.

Sobre os dados de perfil de consumo, foi utilizado método semelhante ao anterior, sendo que a base dos resultados provenientes da amostra foi comparada com dados de relatórios anuais, do ano de 2021, de estudos sobre o comércio eletrônico brasileiro desenvolvidos por entidades, públicas e particulares, que monitoram o desempenho desse mercado. Entre essas associações configuram a Ebit | Nielson, Neo Trust, Abcomm (Associação Brasileira do Comércio e Eletrônico), E-commerce Brasil e Conversion.

➤ Análise descritiva das preferências na utilização dos “PP`s” e APS: Nessa etapa do processo foram analisados os aspectos referentes às preferências de entrega das mercadorias adquiridas em canal online pelo o corpo amostral da pesquisa.

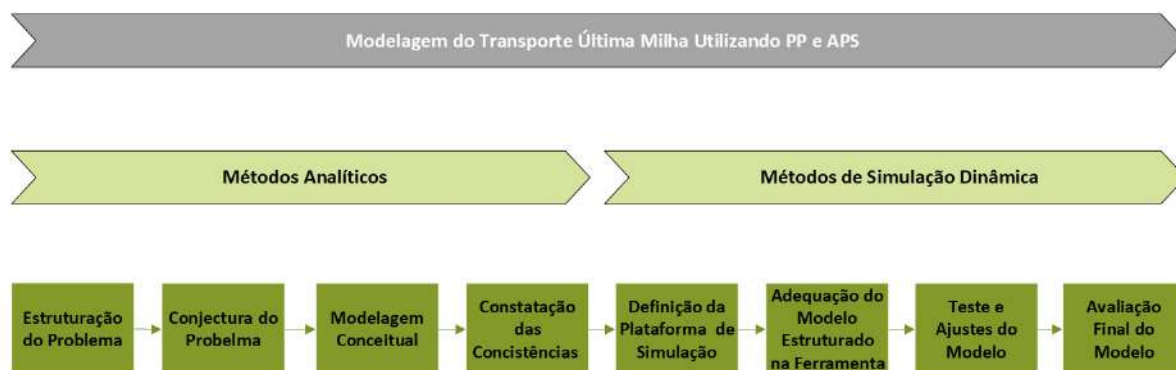
A partir da verificação das escolhas dentro do universo dos cinco cenários apresentados, discutimos as predileções em relação ao custo de frete, ao prazo de entrega, a janela de entrega, ao esforço de deslocamento para coleta e o nível de conscientização em relação a emissão de poluentes. Também foi realizado o aferimento dos resultados obtidos com outros trabalhos acadêmicos que abordam o tema.

➤ Percepção do fenômeno: No último passo dessa pesquisa exploratória compreendemos o fenômeno estudado, destacando as informações essenciais para a confecção de um panorama sistêmico, no qual permite uma base de dados que auxilie na tomada de decisão sobre aspectos da modelagem de estudo e em relação a restrições e ajustes nos processos de simulação.

4.4. Modelagem do estudo de caso

Para o desenvolvimento da estruturação do estudo do transporte da carga urbano optou-se pela modelagem características dinâmicas deterministas de eventos discretos “*bottom-up*”, que conforme Teixeira (2020) possibilita a modificação de características e atributos em um processo para possibilitar a identificação do grau de impacto que cada medida influencia, neste estudo em relação à emissão de CO_2 no transporte urbano de carga. O modelo é composto por 8 passos sucessivos, apresentado na Figura 30, contemplados no campo de conhecimento dos modelos analíticos e de simulação dinâmica, descritos em sequência: estruturação do problema, conjectura do problema, modelagem conceitual, constatação das consistências, definição da plataforma de simulação, adequação do modelo estruturado na ferramenta de simulação, teste e ajustes do modelo, e avaliação final do modelo (Sanches, 2009).

Figura 30 - Modelagem do estudo



Fonte: Adaptado de Salamon (2011)

➤ **Estruturação do Problema:** O objetivo dessa atividade é especificar o problema que será observado e analisado através do modelo de simulação computacional. A especificação do problema, informada em formato de texto com auxílio de elementos gráficos, deve garantir informação suficiente para os passos seguintes da modelagem. Assim, na especificação é descrita dessa forma:

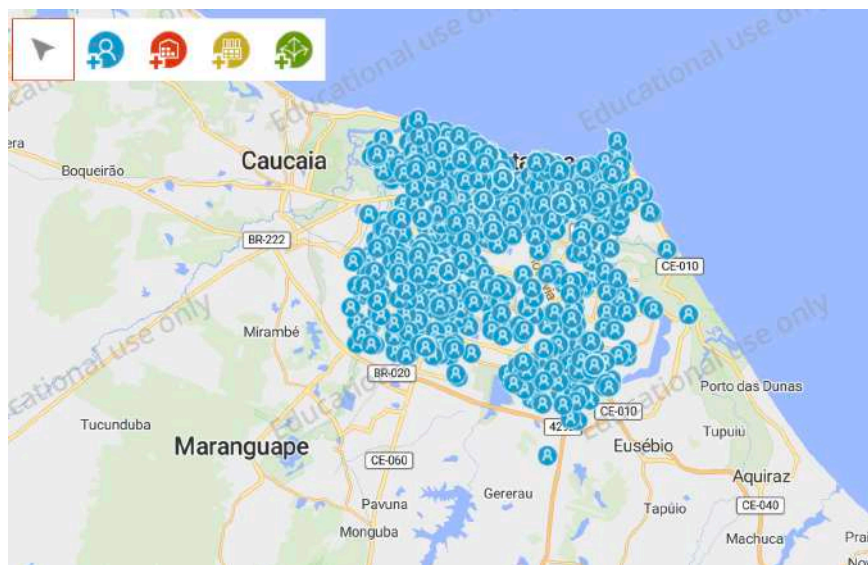
Devido o crescimento acelerado do comércio eletrônico na atual conjuntura, o transporte na última milha se encontra em um contexto no qual é necessário encontrar novas soluções inovadoras com o intuito de mitigar impactos negativos que ameaçam sua sustentabilidade, principalmente no espectro ambiental, por isso, esse estudo estrutura uma análise para investigar o impacto que a inserção das “Pick-up Points” exerce sob a cadeia logística do transporte urbano de cargas no tocante da emissão de CO_2 durante o processo de entrega de pedidos oriundos do varejo online.

No processo desse estudo de caso existe a participação de uma cadeia varejista online do segmento de materiais de construção. Esse ator possui um centro de distribuição localizado no bairro Rodolfo Teófilo, na cidade de Fortaleza/CE, no qual atende todos os pedidos procedentes da sua “home page” e de seu aplicativo mobile. Outro ponto a ser embasado é que o departamento de logística da loja de varejo possui frota própria, composta por um veículo VUC, da marca Mercedes-Benz®, modelo Acello 815, ano 2016, para atendimento de seus clientes do canal online. Em relação às possíveis “Pick-up Points” a serem implementadas no sistema de transporte logístico, elas serão da modalidade de autoatendimento de coleta pelos clientes.

Sobre a interatividade entre os atores o status atual é a realização de pedidos nas plataformas online de comercialização do varejista, que após validação de pagamento e estoque pelo setor de vendas, é separado, embarcado e transportado pelo setor de logística até o endereço estabelecido na finalização do pedido. É acentuado que por motivos de processos internos de negócio, os pedidos de internet possuem apenas a opção logística de entrega pela loja no endereço estipulado.

Outro parâmetro do problema é a necessidade de atendimento logístico de 100% de suas vendas eletrônicas que ocorrem na capital cearense, sendo que a dimensão do volume total por pedido não ultrapasse 41 x 40 x 64 cm (altura x largura x comprimento) e 25kg de peso (Inpost, 2022). Para temporalizar e quantificar esse ensaio foi definido o atendimento de 1875 pedidos (demanda histórica) realizados no período de 01/12/2020 até 31/12/2021. Na Figura 31 é apresentado a distribuição geográfica desses pedidos.

Figura 31 - Distribuição geográfica dos pedidos do estudo



Fonte: O autor

Para avaliar a dimensão quantitativa referente a emissão de CO_2 foi adotada a métrica de g/km percorrido. O valor assumido foi de 72 g/km percorrido, conforme especificação informada no manual do proprietário do veículo Acello 815, ano 2016, da marca (Mercedes-Benz, 2016).

Uma premissa que orienta o modelo do estudo é que só entraram as viagens para medição de dióxido de carbono nos modelos as viagens de origem do “CD” para

as “Pick-up Points” ou diretamente aos clientes finais. Assumimos para o modelo o pressuposto que os clientes ao escolherem a retirada de seus produtos nos “PP`s”, estes estão aproveitando uma viagem já comum em seu cotidiano, no qual os armários estariam dentro dessa rota ou bastante próximo, sem emissão adicional de CO_2 para coleta das encomendas. Essa condição foi assumida seguindo os arranjos dos estudos de Carotenuto et al. (2022), Jiang et al. (2019), Van Duin et al. (2019), & Bahadori (2018), Lemke et al. (2016) e Moroz & Polkowski (2016).

➤ Conjectura do Problema: nesse passo iremos inferir o problema a um modelo de simulação. Schwerdfeger & Boysen (2020) discorrem que problemas de decisão específicos que ocorrem durante a configuração ou operação da entrega de última milha, são resolvidos com métodos quantitativos. Logo é necessário abranger essas três facetas no diagrama de processo:

- Configuração (ou projeto) de infraestrutura – A configuração logística do estudo de caso proposto é composta por apenas 1 centro de distribuição no cenário atual e de até três pontos de implementação de “Pick-up Points” a depender do cenário estruturado. A Figura 32 apresenta um modelo de “Pick-up Point” que atende as características de carga do setor varejista de material de construção.

Figura 32 - Modelo de “Pick-up Point” de produtos de Material de Construção.



Fonte: Leroy Merlin Polônia (2021)

- Dimensionamento de pessoal, frota e dos serviços acessórios – Foi estabelecido a dimensão em relação a equipe logística de 1 supervisor de logística, 1 encarregado de estoque, 2 motoristas e 5 ajudantes de carregamento. Para efeito deste estudo o serviço acessório para compras

online será a possibilidade de retirada de seus produtos, conforme especificações já descritas anteriormente, em armários de encomendas de autoatendimento.

O dimensionamento das estações de “Pick-up Points” foi estabelecido a partir da base de histórico de pedidos configurado para pedidos aptos a utilizarem as “APS”, no qual a média da quantidade diária de pedidos foi de 10 (arredondado), sendo o mês de novembro de 2021 com maior média de pedidos por dia com 14 (arredondado). O dia que ocorreu a maior movimentação foi dia 27 de maio em 2021, no qual foi apurado que no mesmo dia houve um marketing promocional direcionado ao canal do varejo online da empresa. A seguir a tabela 12 apresenta a estatística descritiva de todo o período de dados, do mês de menor movimentação (janeiro de 2021) e do maior mês de movimentação (novembro de 2021). Cálculos realizados utilizando o programa RStudio®.

Tabela 12 - Estatística descritiva dos pedidos do canal online da cadeia varejista

Período	Valor Mínimo	1° Quartil	Mediana	Média	3° Quartil	Valor Máximo
01/12/2020 até 31/12/2021	1	4	8	9,28	12	74
Janeiro 2021	1	3	4	5,73	7	21
Novembro 2021	1	7,5	12	13,1	18	30

Fonte: O autor.

Após verificação da estatística descritiva foi concluído que a empresa, considerando a estimativa de crescimento de 23% da sua comercialização pelo canal online, necessita disponibilizar 20 posições de armazenamento em seus pontos de “Pick-up Points”, respeitando o mix de tamanho dessas posições, que seriam 30% de armários com dimensões pequenas (8 x 38 x 64 cm) , 50% com dimensões medianas (19 x 38 x 64 cm) e 20% dos “APS” com a dimensão de maior capacidade (41 x 40 x 64 cm). Com apenas essas posições atualmente ela já atenderia por completo 94% dos dias demandados da sua

operação de comércio eletrônico com características que permitem a escolha da utilização dos “PP’s”.

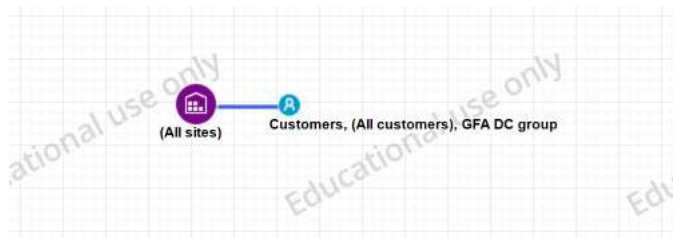
- Roteirização e programação – Alusivo a esses processos, foi estabelecido uma política de atendimento dos pedidos “D+1”, ou seja, os pedidos são disponibilizados aos clientes, seja nas “PP`s” ou nos endereços informados, no dia posterior a confirmação de pagamento do pedido realizado em base online. Após atendimento desse regime, a roteirização é estruturada para otimizar as entregas do dia anterior, tendo como função objetiva a menor distância percorrida para atendimento da programação de entregas do dia, respeitando limites de velocidade, capacidade do veículo e horário comercial.

➤ Modelagem conceitual: Já formulado e avaliado como adequado ao método de modelagem, o problema pode ser estruturado em cenários para entendimento dos desafios atuais e para idealização de cenários futuros. O objetivo da modelagem conceitual é transformar os requerimentos do problema em uma descrição das estruturas e comportamentos do sistema em estudo.

Com esse propósito foi concebido sete cenários, no qual o primeiro esclarece a situação do cenário atual, e seis que vislumbram o impacto em relação a emissões de CO_2 com a adoção de diferentes “layouts” de serviços de “Pick-up Points” no processo de entrega de mercadorias na última milha da cadeia varejista adotada como estudo de caso. Os cenários propostos foram estabelecidos em relação a estímulos sociogeográfico de localização dos “PP`s” e de níveis de serviços de atendimento descritos a seguir.

- Cenário atual – Foi especificado o processo da entrega dos produtos comercializados pelo canal online como ocorre atualmente. Após a confirmação de pagamento o centro de distribuição do varejista do setor de material de construção realiza a separação, embarque e transporte das mercadorias adotando a política “D+1”. Acontece o atendimento de 100% da demanda, sendo realizado o traslado da mercadoria em operação “door to door”, ou seja, do varejista até ao endereço estabelecido pela cliente. A Figura 33 exemplifica o fluxo do processo.

Figura 33 - Modelo conceitual do 1º cenário: Atual



Fonte: O autor com auxílio da ferramenta AnyLogistix™

- Cenário GFA – Nesse contexto, com o intuito de localizar, na cidade de Fortaleza/CE, um ponto de instalação da infraestrutura da “PP”, foi utilizado o método GFA “Análise de Campo Verde”, função disponibilizada na ferramenta AnyLoigistix©, que é um experimento analítico que usa a abordagem do centro de gravidade para encontrar locais ideais para estruturas componentes de uma cadeia de suprimentos. Os dados utilizados para estipular esse novo local foram o histórico de vendas realizado pelo canal online no período de 01/12/2020 até 31/12/2021.

Após esse passo foi formatado um modelo para simular no qual 100% dos clientes são optantes pela retirada de seus pedidos. Com isso, o modelo segue o fluxo de mercadorias no qual o centro de distribuição entrega no “Pick-up Point”, que após essa disponibilização, os clientes se dirigem até esta para sacar seus produtos, conforme demonstrado na Figura 34.

Figura 34 - Modelo conceitual do 2º cenário: GFA



Fonte: O autor com auxílio da ferramenta AnyLogistix™

- Cenário Matriz OD – Para esse cenário foi adotado como metodologia de escolha de localização da estrutura de “Pick-up Points” em uma área da cidade na qual o Plano de Acessibilidade Sustentável de Fortaleza – PASFOR, relatório de 2019, aponta uma concentração considerável de viagens de origem e destinos, por motivo trabalho. Após exame desses dados foi estabelecido uma localização centralizada aproximada em torno da área que se encontram

a maioria dessas viagens, no qual, foi escolhido um ponto onde já existe uma concentração de estabelecimentos comerciais e empresas prestadores de serviços em geral.

Seguindo a mesma política do cenário anterior, a Figura 35 mostra o modelo conceitual desse terceiro cenário.

Figura 35 - Modelo conceitual do 3º cenário: Matriz OD de Fortaleza



Fonte: O autor com auxílio da ferramenta AnyLogistix™

- Cenário de Segurança – Esse cenário foi incluído após análise das respostas oriundas do questionário, onde vários entrevistados enfatizaram o ponto da segurança na pergunta aberta sobre críticas e sugestões. Esse ponto é salientado com bastante destaque por Oliveira et al. (2019), que cita a segurança como uma das maiores preocupações dos consumidores brasileiros em relação aos “Parcel Lockers”. Com a percepção dessa demanda, foi realizada uma análise na qual foi levantado, na base de dados da Secretaria da Segurança Pública e Defesa Social do estado do Ceará, a média de ocorrências de furtos durante o período dos anos de 2020 e 2021. A SSPDS/CE disponibiliza esses dados por Áreas Integradas de Segurança (AIS), em que os bairros da cidade de Fortaleza são agrupados em 10 AIS. Na tentativa de refinar a análise sobre esses números, foi efetuado um relacionamento com a população residente de cada área, conforme números do censo demográfico realizado em 2010, e foi ranqueado por nível de incidentes de furto, conforme apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 - Ranking de ocorrências de furto em Fortaleza

AIS de Fortaleza	Quantidade de Furtos		População Residente	Índice Furtos / População	Ranking de Segurança	
	Ano	Média				
	2020	2021				
AIS 1	2.810	2.604	2.707	177.820	1,52%	2
AIS 2	1.200	1.365	1.283	246.309	0,52%	9
AIS 3	1.836	1.839	1.838	256.096	0,72%	7
AIS 4	4.752	3.633	4.193	146.919	2,85%	1
AIS 5	3.751	3.903	3.827	281.645	1,36%	4
AIS 6	2.547	3.101	2.824	360.551	0,78%	6
AIS 7	2.215	2.467	2.341	285.064	0,82%	5
AIS 8	827	1.098	963	245.531	0,39%	10
AIS 9	1.414	1.744	1.579	284.716	0,55%	8
AIS 10	1.975	2.289	2.132	162.327	1,31%	3

Fonte: Governo do Estado do Ceará (2022).

Foi escolhida uma Área de Segurança Integrada no qual a relação da média de quantidades de furtos nos anos de 2020 e 2021 com a população a habita apresentasse um índice baixo, considerando o tamanho da população total como um segundo peso da análise. Após escolhermos uma localização centralizada aproximada dentro área.

Seguindo a mesma política dos últimos dois cenários, a Figura 36 mostra o modelo conceitual desse terceiro cenário.

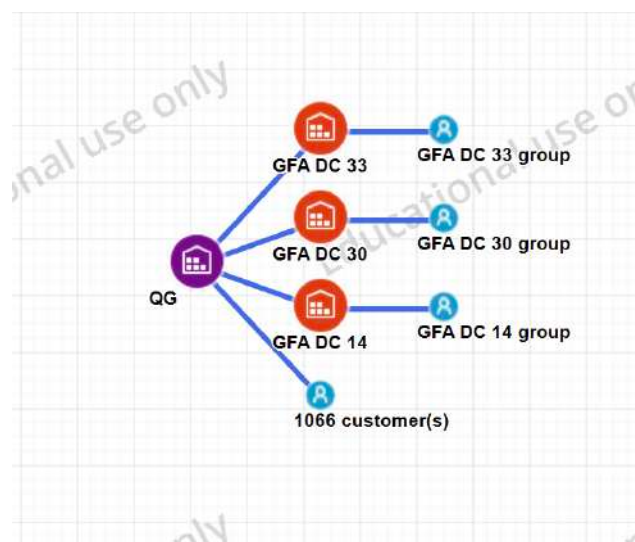
Figura 36 - Modelo conceitual do 4º cenário: Segurança



Fonte: O autor com auxílio da ferramenta AnyLogistixTM

- Cenário com 3 “Pick-up Points” e com nível de serviço de 1,5 km – Para concepção desse cenário, foi utilizado novamente a função GFA do AnyLogistix©. Mas nessa nova rodada de experimentos, foi considerado no modelo que os clientes optaram pela opção de “Pick-up Points” se sua infraestrutura estivesse a cerca de 1,5 km de distância do endereço informado. Outra restrição que foi instituída é pertinente ao capital de investimento que a empresa varejista estaria disposta para instalação dos pontos de “APS”, que ficou fixado em até três pontos de dimensões reduzidas a 1/3 em relação aos três primeiros cenários. A Figura 37 expõe o modelo conceitual do quinto cenário.

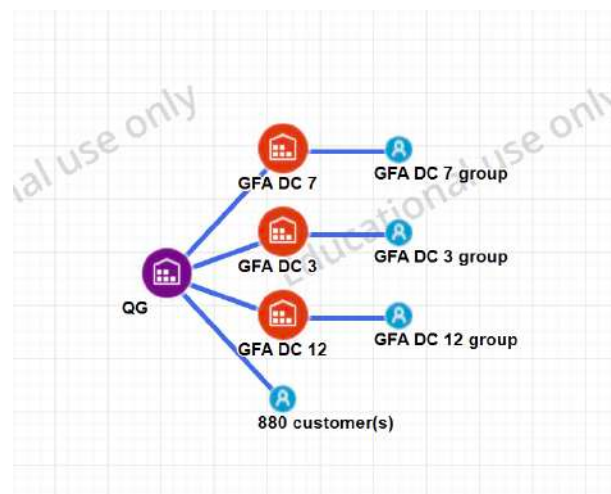
Figura 37 - Modelo conceitual do 5º cenário: Nível de serviço de 1,5 km



Fonte: O autor com auxílio da ferramenta AnyLogistixTM

- Cenário com 3 “Pick-up Points” e com nível de serviço de 3 km – Esse cenário segue os preceitos do cenário anterior, sendo que agora o nível de serviço adotado, conforme os cenários de preferências apresentados no questionário da pesquisa exploratória, será de três km. Figura 38 expõe o modelo conceitual do sexto cenário.

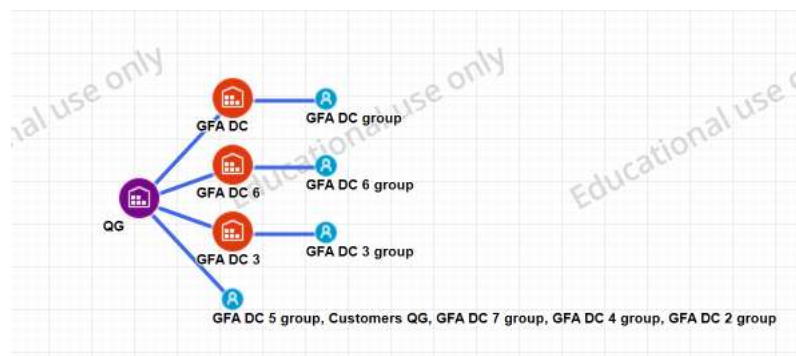
Figura 38 - Modelo conceitual do 6° cenário: Nível de serviço de 3 km



Fonte: O autor com auxílio da ferramenta AnyLogistix™

- Cenário com 3 “Pick-up Points” e com nível de serviço de 5 km – O último cenário apresentado segue as premissas e restrições idênticas aos dois cenários anteriores, sendo que o nível de serviço agora é de 5 km. A Figura 39 exhibe o modelo conceitual deste último cenário.

Figura 39 - Modelo conceitual do 7° cenário: Nível de serviço de 3 km



Fonte: O autor com auxílio da ferramenta AnyLogistix™

➤ Constatação das consistências: A verificação de consistência é baseada essencialmente na comparação de ocorrências dos elementos relacionados das diferentes interações que ocorrem no sistema de transporte urbano de carga estudado, para tanto, todas as interações que são representadas nas diferentes facetas precisam ser listadas (Sanchez, 2009). Após a confecção da lista de interações é construída uma tabela de consistência composta das seguintes colunas: interação, diagrama de atores, comportamento, diagrama de classe, comportamento

relacionado e canal de comunicação. Ao final do processo, para cada interação listada, deve haver um conteúdo de ocorrência para cada coluna, conforme apresentado na Tabela 14.

Tabela 14 - Tabela de verificação de Consistência do modelo

Relacionamento	Ator	Comportamento	Cliente	Comportamento Relacionado	Canal de Comunicação
Oferta	Varejista / setor de compras	Definição de portfólio de produtos	Varejo	Definição da Oferta	APP/ WEB
Escolha	Varejista / setor de compras	Delimitação de opções de entrega no pedido	Frete	Formação do método de transporte	APP/WEB
Movimenta	Varejista / setor de logística	Processo de estocagem	Movimentação	Processo de movimentação	Interno / ERP
Movimenta	Varejista / setor de logística	Processo de entrega	Movimentação	Processo de movimentação	Interno / ERP
Demanda	Consumidor	Definição de demanda	Demanda	Definição de demanda	APP/WEB
Escolha	Consumidor	Definição do método de entrega	Escolha	Seleção do método de entrega	APP/WEB

Fonte: O autor

➤ Definição da plataforma de simulação: Entre os diversos aspectos a se considerar no processo de seleção, Salamon (2011) destaca é necessário ser levado em consideração a complexidade do modelo, as características de saídas da plataforma, os aspectos especiais oferecidos pela ferramenta, suporte as características requeridas, suporte ao usuário e nível de habilidade do modelador. O AnyLogistix™ (Ivanov, 2021) provou ser uma ferramenta com ótimo desempenho para na análise de uma cadeia de suprimento, no qual fornece uma combinação de simulação, otimização (CPLEX) e desempenho de visualização da cadeia como um todo, constituindo um conjunto completo de tecnologias para obtenção de cenários para o estudo de caso. Outro ponto importante, é que o software possui campo

“*default*” para inclusão de informação de incidência em relação a emissão de CO_2 nas operações de “*Supply Chain*” planejadas.

➤ Adequação do modelo estruturado na ferramenta de simulação: Em virtude do baixo grau de padronização de funcionalidade das ferramentas de simulação, Loureiro (2014) apresenta como uma boa prática a elaboração de uma tabela guia de transformação do modelo conceitual proposto para a linguagem específica da plataforma escolhida a partir do entendimento das entradas que compõem os modelos. A adoção deste procedimento apresenta como vantagem a possibilidade de se verificar possíveis inconsistências entre os modelos.

Tabela 15 - Tabela de guia de adequação do modelo estruturado na ferramenta de simulação

Modelo Proposto	Linguagem AnyLogistix®
Informações referentes a identificação de clientes e seus pedidos	Tabela de “ <i>Customers</i> ”
Informações referentes a infraestrutura e capacidade de operações logísticas e de transporte	Tabela “ <i>DCs e Factories</i> ”
Informações referentes as característica e opções das demandas comerciais da cadeia em estudo	Tabela “ <i>Demand</i> ”
Informações referentes as interações e comportamento dos atores	Tabela “ <i>Groups</i> ”
Informações referentes a localização dos atores que interagem na cadeia produtiva	Tabela “ <i>Location</i> ”
Informações referentes ao período temporal dos cenários simulados	Tabela “ <i>Peiriods</i> ”
Informações referentes aos produtos movimentados nas atividades logísticas	Tabela “ <i>Products</i> ”

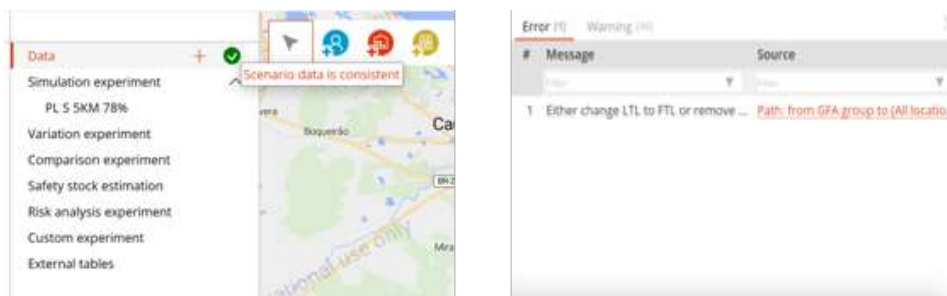
Informações referentes a política de estoques dos produtos da cadeia	Tabela "Inventory"
Informações referentes aos custos e emissões em relação a movimento e transportes das mercadorias	Tabela "Paths"
Informações referentes aos processos de coleta e entrega dos pedidos demandados	Tabela "Shipping"
Informações referentes aos processos de movimentação da carga	Tabela "Sourcing"
Informações referentes aos veículos utilizados para o transporte de carga da cadeia em voga	Tabela "Vehicle Types"

Fonte: O autor

➤ Testes e ajustes de modelos: Sanches (2009) descreve que processos de testes são necessários para validar o sistema aplicado, acompanhando o desempenho durante todo o ciclo da cadeia, com o objetivo de cobrir qualquer etapa do desenvolvimento do sistema. Devem ser planejado uma série de procedimentos que visam encontrar possíveis bugs, reportar erros, identificar problemas de usabilidade, bem como assegurar que todos os requisitos obrigatórios ao sistema sejam atendidos. Os testes possuem duas naturezas de validação, a interna, que visam garantir que a estrutura do modelo fosse fiel à realidade do problema e aos métodos científicos, e a externa, que asseguram a comparação entre os resultados do modelo com os dados reais do comportamento das principais variáveis retratadas no modelo de referência.

Com essas diretrizes, foi estabelecido um modelo de testes no qual a primeira etapa é para verificar se a estrutura do modelo conceitual está inserida corretamente dentro da ferramenta de simulação, que com uma função auxiliar do próprio AnyLogistix® identifica, evidenciando com as cores verde (correto) e vermelho (incorreto) o ícone "Certo" ao clicá-lo, e exibe as inconsistências do modelo a ser executado em uma caixa de informações. A Figura 40 apresenta essa função.

Figura 40 - Função de consistência (esquerda) e caixa de erro (direita) do AnyLogistix®



Fonte: O autor

A segunda etapa foi testar as premissas de cada modelos com quantidades de 10 e 100 clientes. Essas amostras reduzidas dos cenários possuem o intuito de validação dos comportamentos dos eventos, propiciando uma identificação mais ágil e precisa de alguma inconsistência dentro da cadeia modulada. Essa atitude possibilita uma melhor comparação entre os ambientes simulado e real.

➤ Avaliação do modelo final: Nessa última tarefa será avaliado se o modelo se comporta como esperado. Existem diferentes testes que podem ser aplicados para avaliar se o desempenho de um modelo é adequado, sendo que para esse estudo foi seguido os preceitos de North e Macal (2007), onde o resultado final da avaliação não é tecnicamente um modelo validado, mas preferencialmente um modelo que tenha passado em todos os testes de validação que permitem uma maior compreensão das capacidades do modelo, suas limitações e adequação a questão da inclusão dos serviços de “Parcel Lockers” e “Pick-up Points” no transporte urbano de carga.

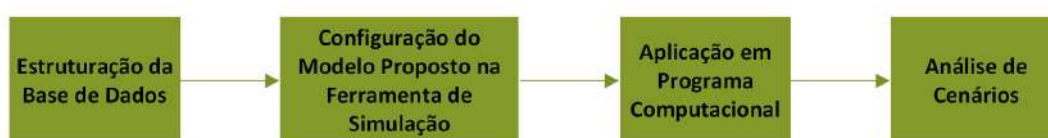
4.5. Simulação

A quarta fase do método geral é a simulação que, segundo Ivanov (2021), é imitar o comportamento de um sistema e sua interação com outros sistemas, sendo o mais próximo da realidade, dentro de um período de tempo determinado.

Manivannan (1990) discorre que a simulação é um processo de projetar em um modelo computacional um sistema real, no qual possibilita a condução de experimentos com propósito de entender o seu comportamento ou avaliar estratégias para sua execução. Com isso, a simulação pode ajudar a descrever o comportamento de um sistema, no qual possibilita o levantamento de teorias para otimização e previsão de comportamentos futuros.

Para esse trabalho foi realizado uma simulação para entender o comportamento do processo de entrega de mercadorias oriundas de comercialização eletrônica na cadeia produtiva de “Material de Construção” no atual momento e avaliar o comportamento do processo com a implementação de estratégias que envolvam os serviços de “*Pick-up Points*” na sua execução. A etapa é composta por 4 passos, como demonstrado na Figura 41.

Figura 41 - Fases da simulação



Fonte: O autor

➤ Estruturação da base de dados: Nessa atividade foi realizado o tratamento de uma base de dados com todas as informações pertinentes ou sistema de comercialização realizada por canal online e da operação logística de uma empresa varejista do setor de material de construção, que se localiza na cidade de Fortaleza/CE. Dados coletados englobam as informações sobre sua comercialização realizada pela web e por aplicativos, que constam nessa base de pedidos informações como número de identificação, data e horário da comercialização, quantidade de produtos no pedido, descrição dos produtos, peso e dimensões dos itens dos pedidos e endereço completo (logradouro, número, cidade, bairro, complemento, referência e CEP) de entrega dos pedidos.

Também foram levantados dados sobre a configuração de infraestrutura logística da empresa sobre o centro de distribuição (capacidade de armazenagem; políticas de embarque/desembarque e de circulação de veículo em área urbana; natureza da carga e outros), dimensionamento de pessoal, frota e dos serviços acessórios (tamanho da frota; quadro de recursos humanos; tipo de veículo, dimensionamento das APS e PP; e outros), e roteirização e programação (distâncias percorridas; janelas de entrega; capacidade de transporte; e outros), conforme orientação do estudo de Schwerdfeger & Boysen (2020).

O produto desta etapa foi a filtragem e a limpeza da base de pedidos, no qual os pedidos selecionados para análise do estudo de caso, obrigatoriamente, fossem originados do canal online, teriam destino apenas a cidade de Fortaleza/CE, e que sua dimensão e peso final não ultrapassasse 41 X 40 X 64 cm e 25 kg respectivamente. Um outro resultado foi um relatório com as informações logísticas da empresa. Esse esforço permitiu o foco apenas nas informações necessárias e úteis para a aplicação e análise do modelo.

➤ Configuração do modelo proposto na ferramenta de simulação: Nessa tarefa foi realizada a tradução das especificações tratadas no modelo proposto para o ambiente da ferramenta computacional. Segundo Alvim et al. (2022) é importante nessa etapa conservar a estrutura conceitual de resiliência que relaciona as interações e elementos mais relevantes do processo logístico em estudo.

No tocante do “*Greenfield Analysis*”, o GFA tem como objetivo encontrar a quantidade, dependendo do nível de serviço estabelecido, e áreas em potencial para localizar as instalações operacionais da cadeia de suprimentos em estudo. É utilizado o critério de minimização do fluxo de transporte dos produtos a partir do cálculo da distância vezes a quantidade de produtos, utilizando como critério rotas retas geograficamente. O GFA leva em consideração os produtos, a demanda, infraestrutura logística, localização dos consumidores, restrições de distância de serviços e quantidade de potenciais instalações. Logo sua função está descrita na Equação 2.

Equação 2 - Função GFA

$$Z(\rho_x; \rho_y) = \sum_{i=1}^n d((\rho_x, \rho_y); (x_i, y_i)) \times D(x_i, y_i) \longrightarrow \min$$

Fonte: Ivanov (2021)

Onde,

- x_i : Coordenada de origem (CD);
- y_i : Coordenada de destino (Cliente Final, PP, APS);
- ρ_x : Custos de transporte por km;
- ρ_y : Custos de armazenagem por km;
- n : Quantidade de entregas;
- d : Distância entre as coordenadas;
- D : Quantidade de volumes transportados;
- Z : Custos totais.

A função Z é contínua e diferenciável e as variáveis de decisão de decisão são irrestritas. Assim podemos determinar o ponto ótimo por diferencial. Com isso a

ferramenta as equações a seguir de forma consecutiva sendo a primeira deriva Z' de Z e depois zero de Z' é determinado.

Equação 3 - Derivação Z' de Z

$$\frac{dZ}{dp_x} = \frac{Np_x}{\sqrt{(x_i - p_x)^2 + (y_i - p_y)^2}} - \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{\sqrt{(x_i - p_x)^2 + (y_i - p_y)^2}}$$

Fonte: Ivanov (2021)

Equação 4 - Derivação 0 de Z'

$$\frac{dZ}{dp_y} = \frac{Np_y}{\sqrt{(x_i - p_x)^2 + (y_i - p_y)^2}} - \sum_{i=1}^N \frac{y_i}{\sqrt{(x_i - p_x)^2 + (y_i - p_y)^2}}$$

Fonte: Ivanov (2021)

Com isso, a equação 2 é denominada de modelo de centro de gravidade de análise de localização, que utilizando os dados de demanda, as fórmulas 5 e 6 calculam as coordenadas ideais dos novos equipamentos da cadeia logística. É necessário a determinação das derivadas direcionais, com essas duas funções iguais a 0 são obtidas as equações 5 e 6, respectivamente para expressar p_x e p_y .

Equação 5 - Cálculo de coordenada x

$$p_x = \frac{\sum_{j=1}^N \frac{D(x_j; y_j) * x_j}{\sqrt{(p_x - x_j)^2 + (p_y - y_j)^2}}}{\sum_{j=1}^N \frac{D(x_j; y_j)}{\sqrt{(p_x - x_j)^2 + (p_y - y_j)^2}}}$$

Fonte: Ivanov (2021)

Equação 6 - Cálculo de coordenada y

$$p_y = \frac{\sum_{j=1}^N \frac{D(x_j; y_j) * y_j}{\sqrt{(p_x - x_j)^2 + (p_y - y_j)^2}}}{\sum_{j=1}^N \frac{D(x_j; y_j)}{\sqrt{(p_x - x_j)^2 + (p_y - y_j)^2}}}$$

Fonte: Ivanov (2021)

Em relação a simulação de emissão de CO_2 , o Anylogistix™ assume que a soma total de emissões de transporte é proporcional à distância percorrida e ao volume de transporte (ou seja, a demanda). Isso nos leva à formulação da função:

Equação 7 - Função simulação de emissões


$$E(e_x; e_y) = \sum_{i=1}^n d((e_x, e_y); (x_i, y_i)) \times D(x_i, y_i) \longrightarrow \min$$



Fonte: Ivanov (2021)

Onde,

- x_i : Coordenada de origem (CD);
- y_i : Coordenada de destino (Cliente Final, PP, APS);
- e_x : Emissões oriundas de transporte por km;
- e_y : Emissões oriundas de armazenagem por km;
- n : Quantidade de entregas;
- d : Distância entre as coordenadas;
- D : Quantidade de volumes transportados;
- E : Emissões totais.

Considerando todos os equipamentos e serviços disponibilizados em cada cenário gerado, inserimos na ferramenta dados sobre restrições operacionais do estudo de caso relacionados a capacidade de movimentação em relação ao volume de produtos no sistema, a capacidade de volume de estoque, a capacidade de carga transportada por veículo, aos horários de janelas de entrega, entre outros, que são pertinentes a operação estudada. A seguir foi listado todos dados informados, categorizados por tabela da linguagem Anylogistix®.

- Tabela “Customers”: Foi atribuído um nome de identificação para cada cliente, uma categoria de consumidor (nesse estudo de caso foi online), realizando correlação com sua localização, fornecemos um status em relação à inclusão ou não no cenário, e selecionado com um ícone de identificação, que foi esse:  .
- Tabela de “DC`s and Factories”: Foi incluído nessa tabela as infraestruturas que compõem a cadeia logística varejista de cada cenário. Foi informado o nome de identificação do “facility”, sua natureza operacional (CD ou PP), correlacionando com uma localização, sendo expressado sua relação de inclusão no cenário, seu status de operacionalidade inicial, sua capacidade de

estocagem, a medida de estocagem, se é indicado com ponto agregador de ordens, e seus ícones de identificação sendo para o CD  e para PP .

- Tabela “Demand”: Quando é inserido uma demanda, o sistema cria uma identidade de forma automática que segue uma numeração sequencial. Com isso foi correlacionado com um cliente, escolhemos o tipo de produto demandado, o tipo de demanda (Periódica, Periódica com primeira ocorrência ou Histórica), quantidade de produtos demandado por data, período que acontece a demanda, quantidade de vezes que a demanda deve ser renovada, moeda corrente da operação, tempo de validade (em dias) esperado pela demanda, unidade de tempo, política de pedidos a serem atendidos, e relação de inclusão no cenário. É salientado que no tocante de demanda todos os cenários foram executados com dados da demanda histórica, período de 01/12/2020 até 31/12/2021, moeda corrente o Real e a unidade de tempo em dias.
- Tabela “Groups”: Nessa tabela foram criados grupos nos quais permitem que diferentes atores possam assumir algumas características similares. Um número identificador é criado pelo sistema no qual sendo expressado um nome para o grupo, incluímos uma resumida descrição sobre o que se trata o grupo em questão, é selecionado os consumidores que fazem parte deste, as infraestruturas logísticas, possíveis fornecedores e outros grupos já criados anteriormente.
- Tabela “Inventory”: Nessa lista foi configurado os processos de estoque para cada infraestrutura logística dos cenários propostos. Para cada informação foi correlacionado com cada “facility” envolvido na operação, o produto que foi estocado, o tipo política de estoque (Política de Min-Max, Política de Min-Max com estoque de segurança, Política RQ, Inventário ilimitado, Por pedido demandado, Planejamento de requerimento de matérias, Política regular, Política regular com estoque de segurança, Sem reabastecimento e Política de *Cross Dock*), os parâmetros da política escolhida para o cenário, estoque inicial, periodicidade de conferência, quantidade de períodos que essa política irá ocorrer, data que ocorrerá o início da política, tipo de base da política, cálculo de estoque, unidade de tempo, período de tempo, e relação de inclusão do cenário. Nas sete simulações que serão apresentados neste trabalho foi estipulado a política de estoque do CD como inventário ilimitado já que uma

das premissas é a obrigatoriedade de atendimento de 100% da demanda histórica e os “Parcel Lockers” com política “Cross Dock” já que nos mesmos não serão utilizados para estocagem de produtos. Saliendo que foi considerado que os clientes possuem 2 dias corridos para retirada de suas encomendas. A data estipulada de início foi de 1/12/2020, sendo a base de estoques por quantidade de peças com período de 01/12/2020 até 31/12/2021 e unidade de tempo em dias.

- Tabela de “Locations”: Nessa tabela foi correlacionada cada ator envolvido no cenário com sua localização geográfica. Foi indicado um nome de localização do ator e depois informado a cidade, o país, o endereço, a latitude e a longitude.
- Tabela “Paths”: Cada política de entrega é criada automaticamente e em contagem sequencial pelo sistema. Primeiramente temos que correlacioná-la com uma infraestrutura do estudo de caso ou com um grupo dessas para indicar os possíveis lugares de origem do transporte. Após isso, foi informado os possíveis lugares que esses pontos de origem podem entregar a mercadoria, o tipo de política de cálculo do custo e da emissão de CO_2 (Base produto, Base distancia-produto, Entrega fixa, Base distância com custo por parada, Base distancia-produto com limite de distância, Custo por entrega, Base distância com custo fixo e Matriz de rateio), os dados quantitativos referente a política selecionada, moeda corrente, distância limite, unidade de distância, tempo de transporte máximo, unidade de tempo, roteirização com linhas retas ou seguindo as vias reais existentes, tipo de veículo utilizado, período de tempo do cenário, nome, e relação de inclusão do cenário. Nos cenários que foram estruturas escolhemos a política de Base distância com custo por parada sendo que foi atribuído custo zero as paradas de entrega. Moeda corrente foi o Real, não foram estipulados limites de distância percorrida ou tempo de entrega, a unidade de distância é o quilômetro, a unidade de tempo o dia, o tipo de veículo o VUC e o período foi de 01/12/2020 até 31/12/2021.
- Tabela “Period”: Nesse parâmetro foi atribuído um nome para o período da simulação informando suas datas de início e fim e seu coeficiente de demanda. Neste trabalho foi utilizado o período de 01/12/2020 até 31/12/2021 com coeficiente 1.

- Tabela de “Products”: Atribuimos um nome para determinar um grupo de produtos a serem transportados informando a unidade, o preço de venda, o custo de aquisição e a moeda corrente. Foi configurado o grupo de “Material de Construção” com unidade em peças e moeda corrente real. Foi informado um valor simbólico de preço de venda e preço de custo, na quantia de R\$ 1,00, já que esses parâmetros não interferem no resultado almejado nos cenários.
- Tabela de “Shipping”: Nessa tabela definimos os lugares de embarque das mercadorias para a realização do transporte. Com isso é informado uma infraestrutura logística, de onde se originará o transporte, que foi correlacionado aos clientes, “facilities” ou um grupo de atores especificado como destino de entrega de pedidos. Foi determinado os produtos transportados, o tipo de veículo utilizado nas entregas, a política de carregamento da carga (FLT, FLT com período de análise, LTL, LTL com período de análise, Ordens pendentes, Empurrado agendado, Empurrado uniforme e Proibido), os parâmetros quantitativos da política selecionada, a diretriz de prioridade de embarque (FIFO, ELT e Big first), os dias de trabalho de entrega dentro da semana, horário de início e final das operações de carregamento, período de tempo do cenário e relação de inclusão do cenário. Nos cenários criados foi definido o produto como “Material de Construção” e veículo VUC. No tocante sobre a política de carregamento foi selecionado a LTL com período de análise que permite o veículo trafegar sem que se encontre na sua capacidade máxima, atendendo o período de 1 dia, com análise de pedidos pendentes para entrega sendo realizado na primeira hora de cada dia. A prioridade de embarque escolhida foi a FIFO (primeiro a entrar será o primeiro a sair) respeitando a ordem de consolidação da carga por dia, as entregas foram realizadas em todos os dias da semana, com início às 08:00 da manhã e encerramento às 16:00 da tarde, e no período de 01/12/2020 até 31/12/2021.
- Tabela de “Sourcing”: Foi referenciado o fluxo de abastecimento dos pedidos em relação ao destino de entrega. Foi informado o ator ou um grupo de atores dos cenários, especificando o produto de transporte. A política de entrega pode ser selecionada de acordo com dentro uma doutrina fixa (Primeira, Mais barato, Mais próximo, Mais rápido), numa doutrina dinâmica (Mais barato, Mais próximo, Mais rápido) ou em uma doutrina múltipla (Separação uniforme ou Separação por rateio). Também é informado o local de origem dos produtos

como o período de tempo do cenário e relação de inclusão do cenário. A política de entrega selecionada para os cenários deste estudo foi a de dinâmica fixa “Mais barata” por essa ser utilizada hoje na realidade da empresa varejista. O tipo de produtos transportados segue o de “Material de Construção” e período de 01/12/2020 até 31/12/2021.

- Tabela “*Vehicle Types*”: Nessa última tabela foi informado o tipo de veículo que foi selecionado para a simulação. Foi estipulado um nome, sua capacidade, a unidade de capacidade de transporte, o limite de velocidade de circulação dentro do perímetro urbano e a unidade de velocidade. O nome selecionado foi o VUC (Veículo urbano de carga), com capacidade de transporte de 100 peças e com limite de velocidade de tráfego em 50 km/h em áreas urbanas.

A principal dimensão avaliada dentro do estudo foi a ambiental através do cálculo da emissão de gases, por quilômetro, resultante do transporte de carga por tipo de veículo utilizando. É importante salientar que nos cenários futuros, não foi considerada a emissão de gases que os clientes emitem no deslocamento até os APS e PP.

Os indicadores de desempenho pré-definidos que auxiliarão na análise de desempenho ambiental e operacional da rede. Esses indicadores são organizados em grupos conforme apresentado na Tabela 16.

Tabela 16 - Grupos de Indicadores do AnylogistixTM

Grupos	Cenário
Financeiro	Informações detalhadas sobre a receita gerada e despesas incorridas.
Distância	Informações detalhadas sobre a distância percorrida pelos veículos
Produtos	Informações detalhadas sobre o volume de produtos em estoque
Pedidos	Informações detalhadas sobre a quantidade de pedidos e produtos processados (não entregue / perdidos).
Razão	Informações detalhadas sobre a qualidade dos serviços de entrega fornecidos com base em uma análise dos pedidos recebidos ou inicialmente descartados e produtos solicitados.
Tempo	Informações detalhadas sobre o tempo gasto no processamento de tarefas ou tempo ocioso.
Veículos	As estatísticas relacionadas a este grupo fornecem informações detalhadas sobre os veículos usados durante o experimento de simulação para o cenário especificado

Emissões de CO_2 As estatísticas relacionadas a este grupo mostram dados sobre as emissões de CO_2 no sistema de transporte projetado

Fonte: Adaptado de Ivanov (2021)

➤ Aplicação em Programa Computacional: Após a configuração do modelo na ferramenta de simulação, foi processado o modelo concebido no software de simulação com intuito de gerar os cenários atuais e futuros (com “Parcel Lockers” e “Pick-up Points”) projetados. Através da variação de parâmetros ou a partir da combinação entre diferentes políticas foram gerados pelo modelo um conjunto de cenários que auxiliaram na análise do desempenho e comportamento do sistema transporte urbano de carga na temática da última milha.

➤ Análise de Cenários: nessa última atividade foram avaliados os resultados obtidos na etapa anterior. As análises foram desenvolvidas em duas etapas. Na primeira etapa, os cenários gerados serão avaliados de forma independente explorando-se os aspectos internos inerentes aos mesmos. Na segunda etapa será utilizada uma abordagem de análise conjunta dos diferentes cenários (atual e futuros) através de uma matriz avaliação com enfoque na questão ambiental de emissões de CO_2 . Em decorrência da qualidade dos resultados obtidos nesta etapa, pode-se retornar às etapas iniciais para se modificar algum dos parâmetros de entrada, gerando assim novos cenários para avaliação.

4.6. Considerações sobre o capítulo

Neste capítulo foi descrita a metodologia utilizada para o desenvolvimento do estudo de caso para análise das “Pick-up Points” quando empregados como estratégia logística e os efeitos dessa estratégia em termos de ambientais. Composto com quatro etapas com enfoque para alcançar os objetivos descritos no Capítulo 1 e também para auxiliar no planejamento de correlação da concepção entre os estágios de trabalho. O próximo capítulo apresenta os resultados obtidos nesta dissertação.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta o panorama sobre o perfil e preferências da amostra levantada a partir das respostas obtidas com a aplicação do questionário elaborado para este estudo conforme descrito no Capítulo 4. A pesquisa esteve disponível no período de 04 de janeiro de 2022 até 24 de março de 2022, resultando em 288 preenchimentos completos de pessoas aptas a realizarem compras via internet e residentes na cidade de Fortaleza/CE. Esse número atinge a perspectiva estatística de representação calculada dentro da acurácia estabelecida na metodologia, a qual apontou para amostra de 273 pessoas. Não foi possível estimar a quantidade de pessoas que tiveram acesso à pesquisa, já que a ferramenta Forms Google® disponibiliza informações apenas no tocante das pessoas que finalizaram o preenchimento do questionário.

Também são apresentados e discutidos os resultados oriundos da simulação estruturada a partir da modelagem dos sete cenários concebidos com o intuito de compreender e vislumbrar as percepções dos respondentes sobre possíveis desdobramentos, no âmbito da emissão de dióxido de carbono, dos processos de transporte da carga urbana referente a cadeia varejista de material de construção com a implantação das “Pick-up Points”.

5.1. Pesquisa sobre comércio online e uso de “Pick-up Points” e “Parcel Lockers” (Armários de coleta)

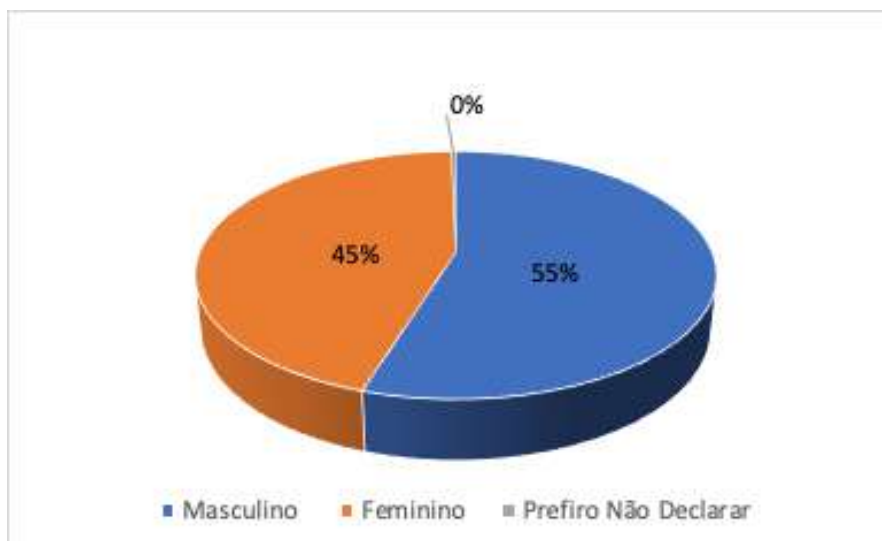
➤ Perfil socioeconômico:

Este tópico apresenta as 3 perguntas do primeiro bloco dispostas no questionário e suas respectivas respostas. O objetivo das perguntas foi de identificar o perfil socioeconômico dos entrevistados e realizar uma comparação com o perfil da população brasileira, utilizando os dados estimados fornecidos pelo IBGE (2022).

a. Pergunta – Sexo?

Ao todo 158 indivíduos (55%) do gênero masculino responderam ao questionário enquanto o gênero feminino representou um total de 129 de pessoas (45%). Apenas um entrevistado preferiu não declarar seu gênero dentro dos grupos descritos anteriormente. A Figura 42 apresenta esses resultados.

Figura 42 - Composição de gênero da amostra



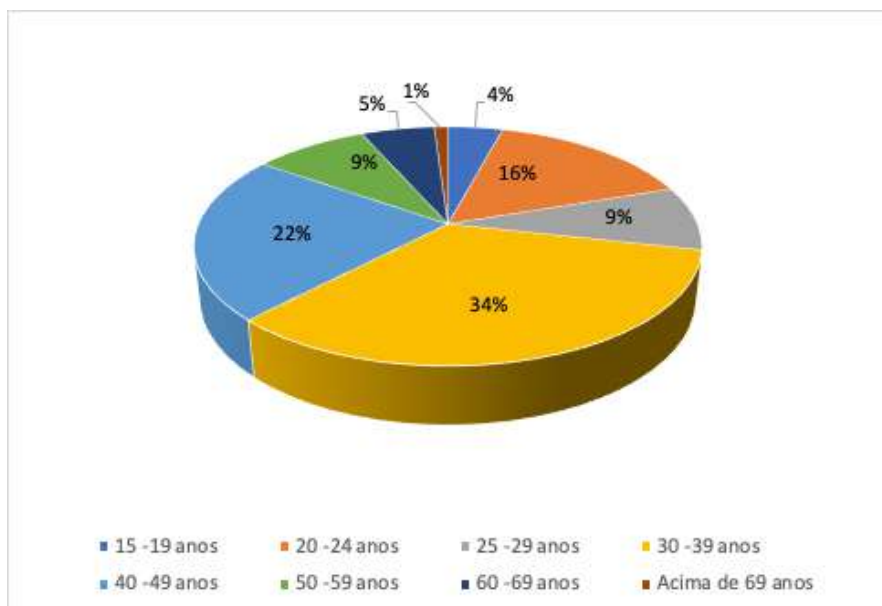
Fonte: O autor

É importante salientar que o IBGE fornece a classificação em apenas dois grupos “Masculino” e Feminino”. De acordo com estimativa de população para a cidade de Fortaleza/CE em 2022, dentro da estratificação de faixa etária descrita no método, a parcela da população masculina possui a fatia de 46% e a feminina de 54%. Essa divergência foi considerada dentro do padrão esperado por causa da sensibilidade que a pesquisa online possui em relação às interações dos indivíduos no tocante ao alcance.

b. Pergunta – Qual sua faixa de idade?

Nessa pergunta a população da amostra ficou disposta, por faixa de idade, conforme apresentado na Figura 43.

Figura 43 - Composição faixa etária da amostra



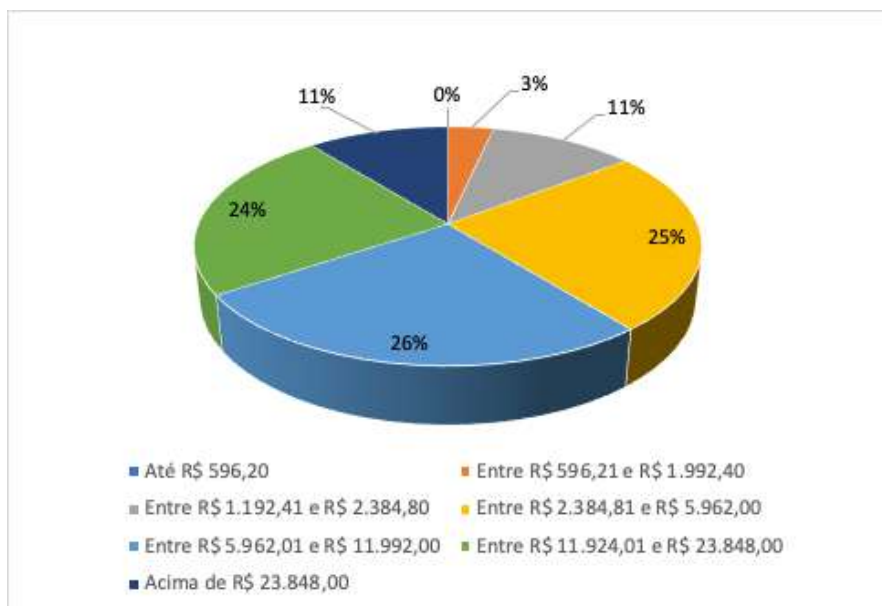
Fonte: O autor

A amostra se concentra em maior escala nas faixas etárias de 30-39 anos (34%), 40-49 anos (22%) e na de 20-24 anos (16%). Nesse tocante a amostra se assemelha à proporção dos dados estimados do IBGE, no qual essas faixas também são as maiores, concentrando respectivamente, 21%, 17% e 13%. Em relação à faixa 15 a 19 anos há uma discrepância entre a sua partição na amostra e na população estimada do IBGE, no qual no estudo é de 4% enquanto é estimado pela agência 12%. Possivelmente é decorrente do fato que nessa faixa etária poucos indivíduos se encontram economicamente ativos.

c. Pergunta – Renda Mensal Familiar?

Nesse item que compõe o primeiro bloco houve a maior disparidade em relação a amostra e população estimada pelo IBGE. A divisão de renda familiar na amostra é demonstrada na Figura 44.

Figura 44 - Composição renda familiar da amostra



Fonte: O autor

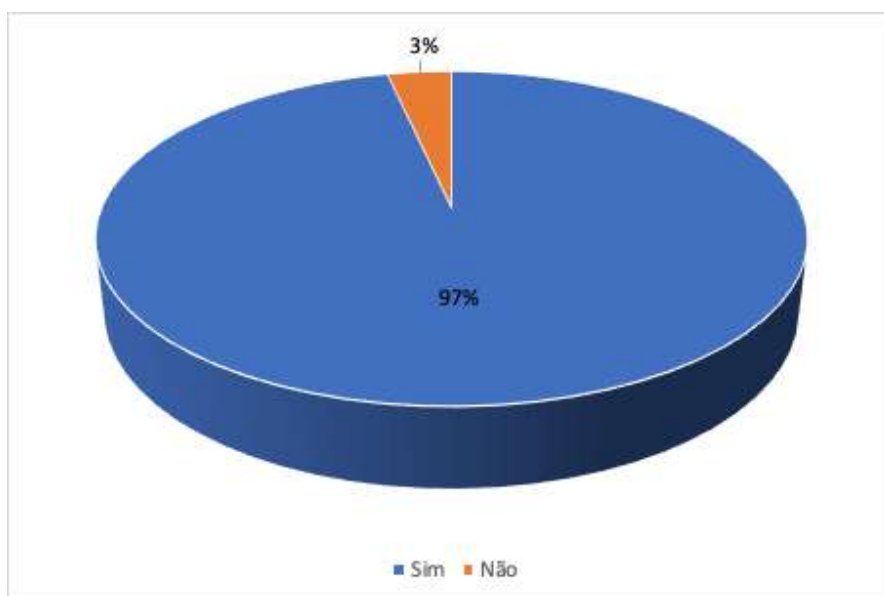
Os resultados da amostra evidenciam maiores concentrações nas classes “Entre R\$ 5.962,01 e R\$ 11.924,00” (26%), “Entre R\$ 2.384,81 e R\$ 5.962,00” (25%) e na “Entre R\$ 11.924,01 e R\$ 23.848,00”. Esses números são completamente opostos aos divulgados em relação à população estimada pelo IBGE para a cidade de Fortaleza/CE, onde a representação dessas classes são, respectivamente, 7%, 16% e 3%. Segundo o instituto, 72% da população tem renda familiar de até dois salários mínimos, o que representa R\$ 2.384,80.

Esse fenômeno é explicado pelas restrições do modelo de publicação do questionário online, onde Boyd (2007) corrobora que os grupos sociais nos quais o questionário foi publicado são definidos por meio de relacionamentos e de conexões pessoais e profissionais dos pesquisadores que aplicam o questionário, criando nichos não elaborados. Mas o ponto primordial é descrito por Baptista & Cunha (2012) que relatam o acesso restrito a internet pela a população como um todo, já que considerando as desigualdades sociais e de renda características da população brasileira, salienta que possíveis distorções em alguns resultados podem acontecer na aplicação de questionários online. Essa análise poderá ser de maior conveniência quando o mesmo for comparado apenas a população que realiza compras pela internet.

➤ Consumo por canais online:

Esse bloco é composto com uma única pergunta na qual questiona o entrevistado se o mesmo já realizou alguma compra online, seja através de website ou de aplicativo mobile. Essa pergunta foi utilizada para definir o processo de continuidade do questionário ao grupo de pessoas que já realizaram compras pela internet e das que nunca realizam aquisição de produtos pelo canal online. Se o entrevistado escolhesse a opção sim, ele seria direcionado para o bloco de perguntas “Perfil e Preferências de Consumo”. Se a opção fosse não, seria encaminhado a seção de agradecimentos e sugestões. Dentro do universo das 288 respostas completas, dez pessoas marcaram a resposta não. Com isso, a dimensão da amostra para as próximas perguntas será de 278 entrevistas. A Figura 45 apresenta graficamente o resultado.

Figura 45 - Número de pessoas que já compraram pela internet da amostra



Fonte: O autor

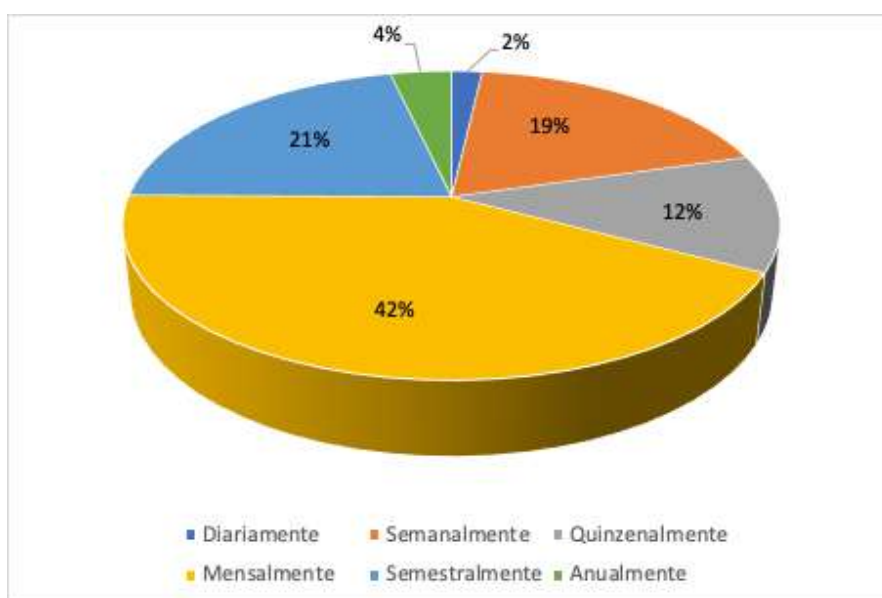
➤ Perfil de consumo e preferências de entrega:

Nessa seção é composta por sete perguntas nas quais abordam o perfil e as preferências de consumo dos entrevistados da amostra. O intuito é realizar uma comparação desses espectros com dados divulgados por estudos de entidades que participam e monitoram o e-commerce nacional, por organizações envolvidas em economia logística e instituições ligadas ao impacto dos transportes ao meio ambiente.

I. Pergunta – Com que frequência você realiza compras online?

Os resultados encontrados nesta primeira indagação estão representados na Figura 46.

Figura 46 - Periodicidade de compras online dos entrevistados da amostra



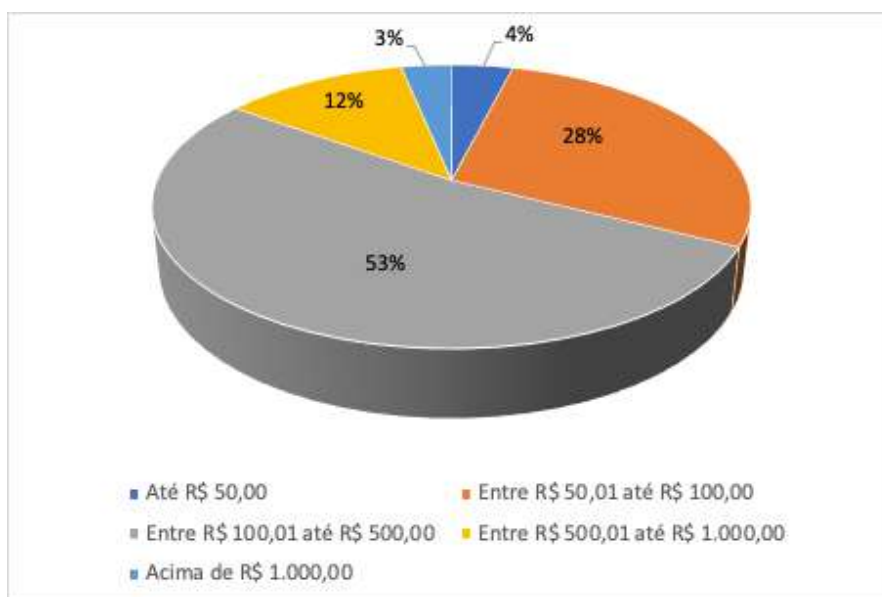
Fonte: O autor

Os números levantados demonstram que 42% dos entrevistados realizam compras online mensalmente. Outros 59 indivíduos (21%), realizam apenas uma vez por ano, enquanto 19% efetuam dentro do período semanal. Esses dados seguem a tendência do estudo de dados levantado pela empresa *e-commerce* Episerver (2020) que mostrou que cerca de 62% dos consumidores afirmam que realizam compras online ao menos uma vez no mês. Dentro da mesma amostra esse estudo também relata que 26% afirmaram que compravam pela internet ao menos uma vez por semana, número bastante próximo do apresentado no resultado do nosso questionário e proporcional aos resultados do relatório da Episerver.

II. Pergunta – Qual é o valor médio das compras online que você costuma fazer?

Os resultados em relação ao ticket médio das compras feita pelos os nossos entrevistados são exibidos na Figura 47.

Figura 47 - Ticket Médio do valor das compras online dos entrevistados da amostra



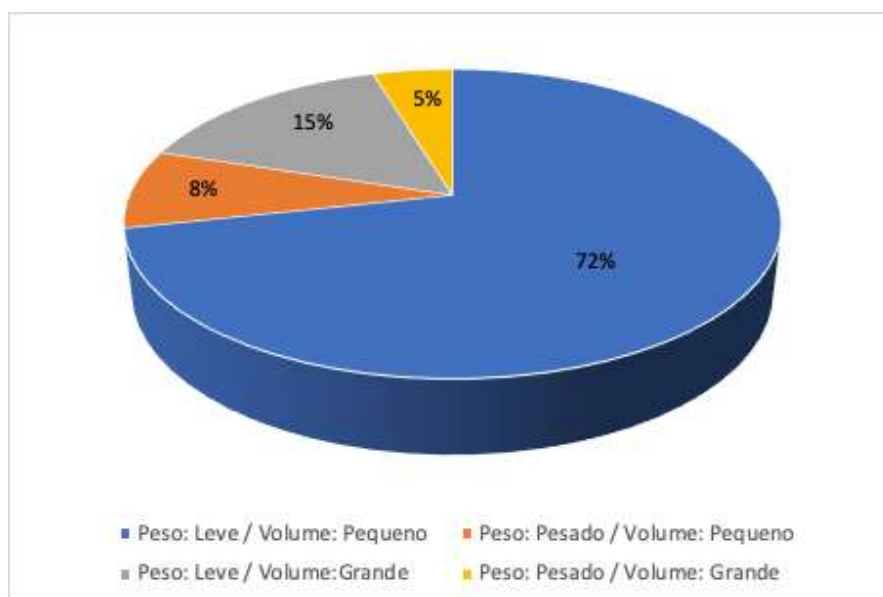
Fonte: O autor

Mais da metade dos consumidores, 53% afirmam que o ticket médio das compras se encontra na faixa de entre R\$ 100,01 até R\$ 500,00. Esse resultado vai de acordo com o ticket médio anunciado no 45º estudo da NielsenIQ | Ebit (2021) no valor de R\$ 443,00.

III. Pergunta – Qual é a característica mais usual em relação a peso e volume de suas compras?

Sobre as características de peso e volume usuais, nossos entrevistados indicam que, usualmente, em 72% são de peso leve e de volume pequeno. A Figura 48 mostra o resultado por completo.

Figura 48 - Características de volume e peso das compras online dos entrevistados da amostra



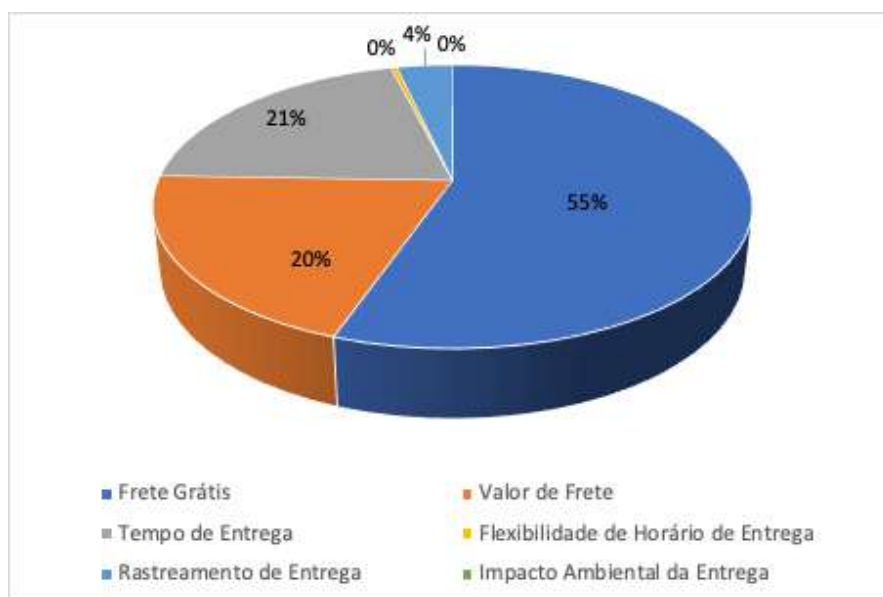
Fonte: O autor

Este resultado segue uma tendência semelhante à base de informações do E-commerce Brasil (2018), onde, caracterizaram as entregas de pedidos online como uma carga extremamente fragmentada, com pedidos com dimensões pequenas e leves, já que 60% das vendas online se enquadram nas categorias de livros/apostilas, cosméticos/beleza, telefonia, informática, esportes, decoração, roupas e acessórios.

IV. Pergunta – No momento da escolha de entrega, qual atributo você considera mais importante?

Dos atributos de entrega apresentados como opções neste questionário, o mais escolhido pelos entrevistados foi o frete grátis, com 55% da preferência. Seguido pelo tempo de entrega (21%) e pelo valor do frete (20%). A Figura 49 expressa todos os resultados.

Figura 49 - Ranking de atratividade dos atributos de entrega dos entrevistados da amostra



Fonte: O autor

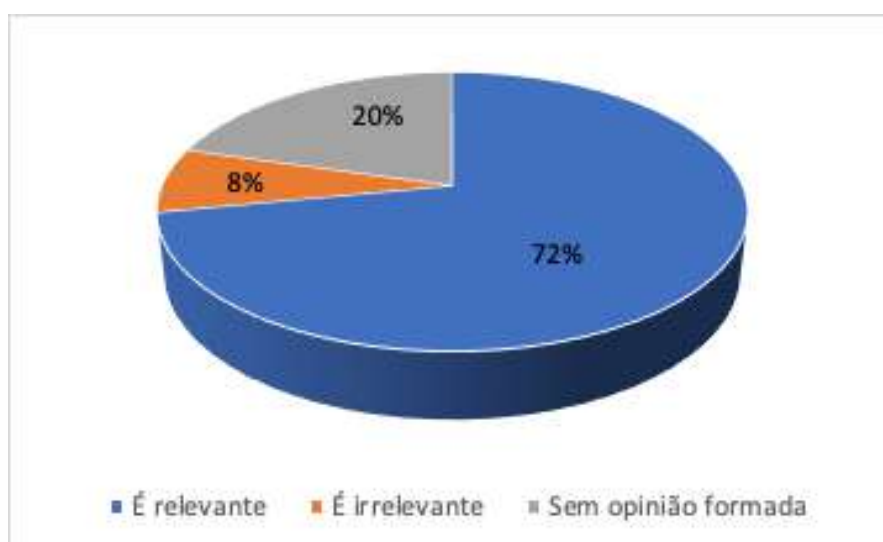
Uma consideração em destaque no 45º estudo da NielsenIQ | Ebit (2021) é que o atributo de maior preferência promocional é o frete grátis com 82%, sendo que em sua amostra, 53% dos entrevistados tiveram gratuidade em sua última compra. Em outro ponto do mesmo estudo, 23% dos entrevistados buscam desconto em cima do frete. Outro ponto importante a ser considerado é que na primeira vez no questionário o tema sobre impacto ambiental é incluído na discussão de maneira estimulada, sendo que nenhum dos entrevistados optou como um atributo a ser priorizado no momento de decisão de frete. Isso mostra um indicativo preocupante, já que, segundo uma pesquisa encomendada pela SpendingPulse (2021) apresenta que 85% das pessoas estão mais conscientes quanto ao seu impacto no meio ambiente desde o início da pandemia de COVID-19. Mesmo assim, longe de ser uma prioridade em relação aos lados financeiros e de acessibilidade aos produtos.

V. Pergunta – Qual é a sua concepção em relação às emissões de poluentes resultantes das entregas de mercadoria?

Nesse item do questionário foi possível confirmar que a questão do meio ambiente está se tornando um tema mais debatido e vislumbrado pela população, onde 72% dos entrevistados acham um tópico relevante. Mas levando em consideração o quadro de respostas da pergunta anterior, causa a impressão que a população ainda trata o assunto de forma conceitual, faltando ainda praticar escolhas

conscientes no dia-a-dia. Outro ponto a ser considerado alarmante é que uma parcela significativa dos entrevistados não possui nenhum tipo de opinião formada pelo assunto. A Figura 50 apresenta os resultados.

Figura 50 - Concepção em relação às emissões de poluentes oriundos da entrega de pedidos online dos entrevistados da amostra



Fonte: O autor

O resultado da pesquisa mostra cenário parecido com o levantamento sobre a percepção da população brasileira a respeito de questões relacionadas ao clima e ao meio ambiente realizado pelo Instituto de Tecnologia e Sociedade do Rio (ITS) em parceria com o IBOPE Inteligência (2020). De acordo com o estudo, 78% acham muito importante a questão do aquecimento global e 61%, mas apenas 24% colocam os cidadãos como os principais agentes para a mudança.

VI. Pergunta – Você já optou por utilizar serviços de “*Pick-up Points*” ou de Armários de Coletas?

Nessa pergunta a intenção era saber o universo de indivíduos da amostra que já utilizaram os serviços de “*Pick-up Points*”. Foi constatado que 51 entrevistados já usufruíram do uso. A Figura 51 apresenta o quadro das respostas.

Figura 51 - Universo dos entrevistados da amostra que já utilizaram serviços de “Pick-up Points”



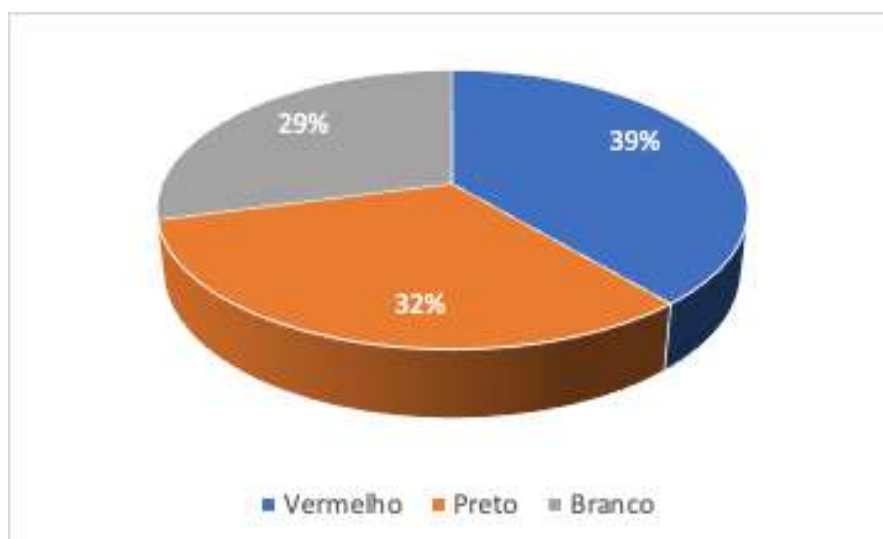
Fonte: O autor

Não foi encontrado nenhum estudo que possibilitasse alguma comparação com os resultados obtidos. Mas um ponto a ser ressaltado sobre o uso dos armários de coleta é a seu potencial de expansão de utilização no transporte da última milha, que conforme o estudo da Fortune Business Insights (2020), o mercado global de “Pick-up Points” projeta um crescimento da movimentação financeira dos US\$ 718 milhões realizado em 2021 para US\$ 1,63 bilhões em 2028, uma taxa de crescimento anual composta de 12,4%.

VII. Pergunta – Para responder ao questionário da última seção, escolha uma cor?

Essa pergunta foi inserida na enquete publicada com o objetivo de prevenir preenchimentos automáticos ou sequenciais. Essa preocupação é destacada por De Miranda Castro & De Andrade Spinola (2015) que discorrem que a não prevenção para esse risco na estruturação do questionário pode impactar o produto do resultado final. A Figura 52 exhibe as escolhas exercidas pelos entrevistados para seleção de preenchimento da última seção. Foi constatado que as escolhas foram praticamente proporcionais entre as opções.

Figura 52 - Escolha de sequência dos entrevistados da amostra para preenchimento da última seção da enquete



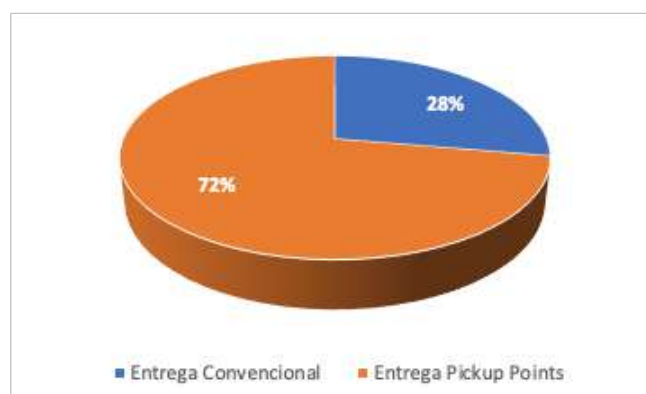
Fonte: O autor

➤ Preferências do Método de Entrega:

A última seção foi organizada em cinco cenários nos quais são apresentadas configurações de atributos no tocante de custo de frete, prazo de entrega, disponibilidade de entrega, deslocamento até o ponto de coleta e emissões de CO_2 . Com isso, os entrevistados tinham a oportunidade, em cada cenário, de escolher pela “Entrega Convencional” ou pela “Entrega *Pick-up Points*” após análise dos atributos expostos nas opções.

No primeiro cenário apresentado foi concebido para reproduzir um cenário que exalta os benefícios relatados na base bibliográfica em relação aos atributos de custo de frete e prazo de entrega quando comparado a opção da entrega convencional. Os resultados mostram que 72% dos entrevistados escolheram a opção da entrega em “*Pick-up Points*”, que além das características já descritas, apontam uma disponibilidade de entrega 24 horas por semana, emissão reduzida e distância de deslocamento do cliente até o ponto de coleta de no máximo 3 quilômetros. O cenário com a descrição de cada atributo a um tipo de entrega e os resultados da pesquisa são apresentados na Figura 53.

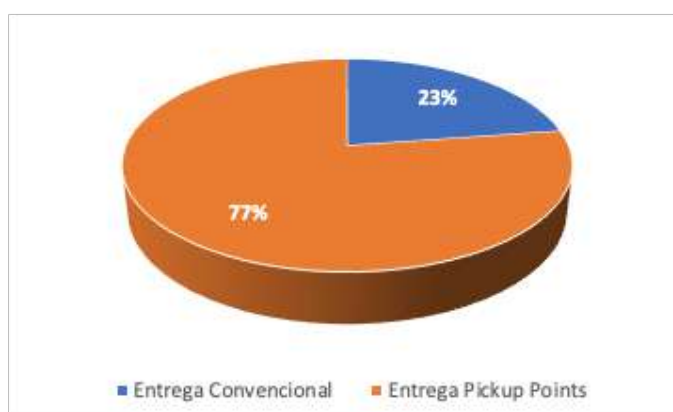
Figura 53 - Atributos e Resultados do Cenário 1



Fonte: O autor

No cenário seguinte, a entrega por “*Pick-up Points*” permanece com custo de frete e prazo de entregas reduzidos, mas com valores atenuados em relação ao cenário 1. A disponibilidade de entrega é limitada, não estando disponível no período da madrugada, e o nível de serviço do deslocamento dos clientes até os pontos de coleta foi fixado em até 1,5 quilômetros de distância. A Figura 54 apresenta os atributos do cenário e seu respectivo resultado.

Figura 54 - Atributos e Resultados do Cenário 2



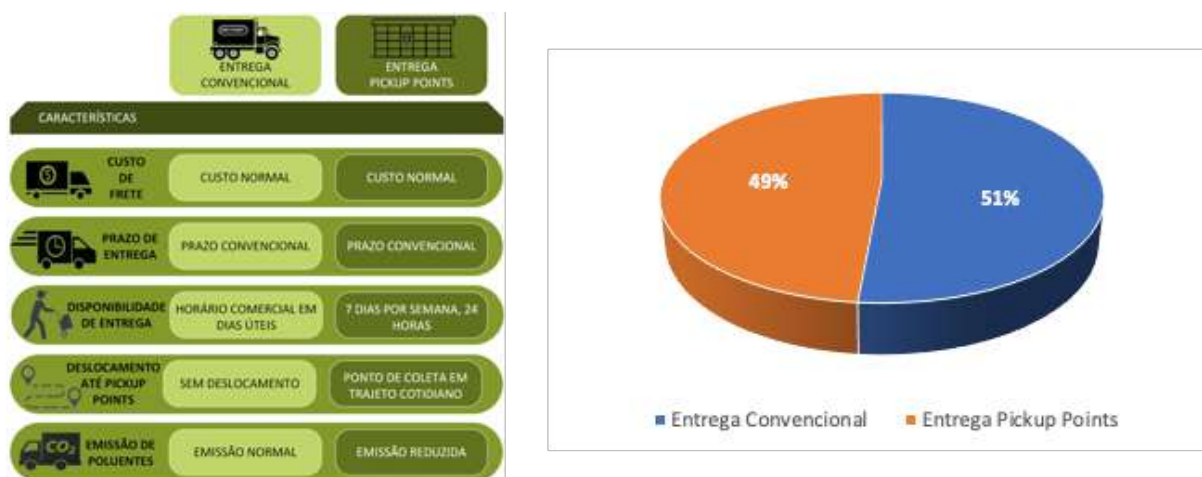
Fonte: O autor

O resultado de 77% da preferência dos entrevistados pela opção de entrega pela “*Pick-up Points*”, maior que no cenário 1, indica que o atributo de nível de

acessibilidade do ponto de coleta possui um grau de importância de patamar semelhante em relação a valor de frete e *leadtime* de entrega no momento de escolha da modalidade de entrega.

Já o cenário 3 prioriza os atributos de janela de entrega, 24 por 7, e de emissão reduzida nas “Pick-up Points”. Em relação aos valores dos atributos de custo e prazo de entregas são equiparados com os praticados na entrega convencional. No tocante ao nível de serviço de acessibilidade, o ponto de coleta se encontra em trajeto cotidiano realizado pelo cliente, ou seja, realiza o mínimo de deslocamento para retirada da encomenda. Conforme resultado na Figura 55, esse foi o único cenário que a opção “Entrega Convencional” teve maior predileção em relação a “Entrega *Pick-up Points*”.

Figura 55 - Atributos e Resultados do Cenário 3



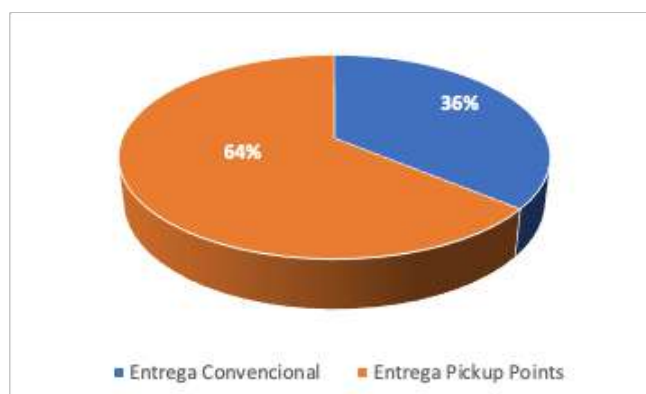
Fonte: O autor

Esse produto sinaliza que os entrevistados da amostra consideraram, na tomada de decisão, que a disponibilidade de entrega e a emissão de poluentes possuem um grau de atratividade menor em relação aos demais atributos que compõem o cenário.

O penúltimo cenário prioriza o atributo de custo de frete na modalidade de entrega de “*Pick-up Points*”. Foi estipulado uma redução de 25% no valor do frete, mas com prazo de entrega convencional. A disponibilidade de entrega foi determinada em 7 dias por semana no período de horário das 06 da manhã até meia noite. O nível de acessibilidade foi definido em 1,5 quilômetros e a emissão reduzida. Os resultados, dispostos na Figura 56, retratam uma preferência de 64% pela entrega utilizando as “*Pick-up Points*” entre os entrevistados, confirmando que o custo de

entrega e o nível de acessibilidade são atributos atrativos para escolha dos armários de coleta.

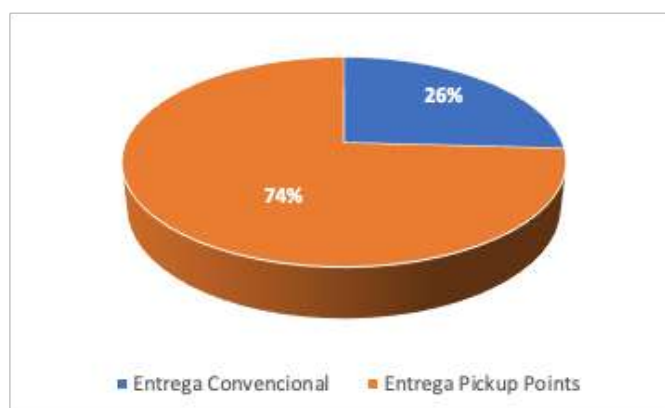
Figura 56 - Atributos e Resultados do Cenário 4



Fonte: O autor

No último cenário foi mantido os valores dos atributos de disponibilidade de entrega e de emissões de poluentes, sendo mantido o custo de frete no mesmo patamar da entrega convencional. A diferença entre os tipos de entrega se encontra no tocante do prazo, onde houve redução em 50% do tempo em relação a entrega comum, e no nível de acessibilidade que foi estabelecido com o ponto de coleta no trajeto cotidiano do cliente. A Figura 57 apresenta a configuração do cenário e os resultados.

Figura 57 - Atributos e Resultados do Cenário 5



Fonte: O autor

A comparação dos dois últimos cenários aponta uma preferência dos entrevistados pelo modo de entrega “*Pick-up Points*”, sendo 64% no cenário 4 e 74% no cenário 5. Esses dados simbolizam que a combinação dos atributos de prazo de entrega e acessibilidade de retirada possuem grau maior de importância em comparação ao custo de entrega. Esse cenário acena para os planejadores de serviços de transporte urbano de carga na última milha que combinações de atributos podem, mesmo estabelecidos em valores mínimos, resultar em estratégias mais atrativas em relação a planos quando a sinergia é focada em apenas um.

Os resultados dos cenários apresentados são pertinentes em relação a estudos de preferências de atributos em relação às “*Pick-up Points*” já realizadas dentro do cenário nacional. Da Silva et al. (2019) descrevem como resultado de sua pesquisa exploratória que os atributos mais importantes, sequencialmente, para os consumidores da cidade de Belo Horizonte/MG são frete grátis, prazo de entrega, valor de frete e conhecer o horário de entrega. Um ponto que existe um pouco de divergência com esse estudo é em relação ao destaque no atributo de acessibilidade dos pontos de coleta, onde nesta pesquisa nem é apresentado no ranking de importância.

No artigo de Oliveira et al. (2019) acerca da demanda de estações de entrega automática (ADS) na capital mineira obtiveram resultados que indicam que o atributo mais importante foi o de “informação e rastreabilidade” (39%), seguido por “horário de entrega” (27%), “custo de transporte” (22%) e “localização” (11%). Esse estudo difere um pouco deste trabalho, já que um atributo que não foi levado em consideração foi o de informação de rastreabilidade. Um outro ponto foi a percepção dos consumidores da cidade mineira no tocante ao horário de entrega, que concederam um grau de importância maior a esse atributo em relação ao custo de transporte e localização das “*Pick-up Points*”.

5.2. Simulação dos cenários constituídos na modelagem

Após a modelagem dos cenários foi realizada a simulação com o intuito de aferir o impacto da inclusão dos “*Pick-up Points*” e “*Parcel Lockers*” no tocante da estratégia em termos ambientais a partir do indicativo de emissões de CO_2 dos veículos utilizados para entrega de pedidos oriundos do *e-commerce* na cadeia de

processos de transporte urbano de carga de uma cadeia varejista de “Material de Construção” localizada na cidade de Fortaleza/CE.

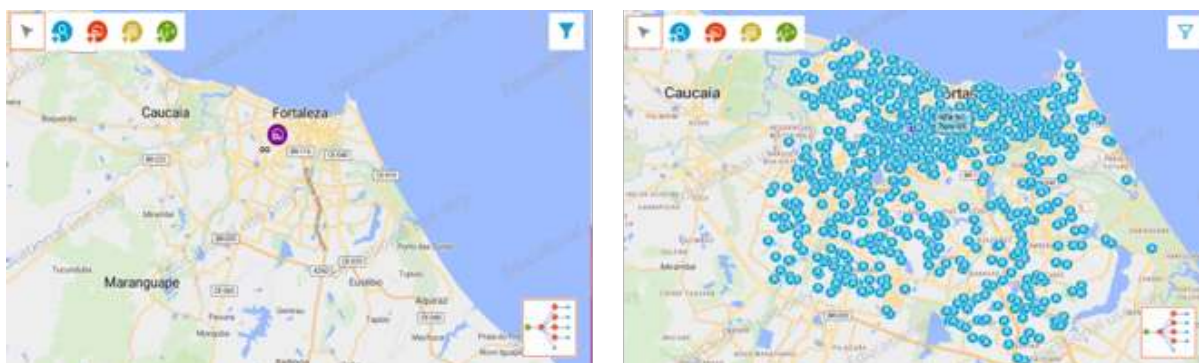
É importante enfatizar que a modelagem conceitual dos cenários de simulação foi estruturada com base no arcabouço sobre o tema do transporte urbano de carga, contemplados nos Capítulos 2 e 3, tendo em vista seu modo e natureza de operação para a sustentabilidade ambiental. Outro ponto que colaborou para a formatação dos cenários foram os resultados obtidos na pesquisa exploratória publicada, que direcionaram os trabalhos no tocante a estipular parâmetros e restrições mais próximos à realidade das necessidades relatadas pelos entrevistados. Salientamos que no escopo que os modelos foram concebidos não foi considerada a emissão de dióxido de carbono realizada pelos clientes para retirada de seus pedidos, já que partimos da premissa que o mesmo irá aproveitar trajetos cotidianos para realizar essa ação.

Os cenários simulados foram: Atual, 1 “*Pick-up Point*” por GFA, 1 “*Pick-up Point*” por Matriz OD, 1 “*Pick-up Point*” por Segurança, 3 “*Pick-up Poitns*” e com nível de serviço de 1,5 km, 3 “*Pick-up Poitns*” e com nível de serviço de 3 km e 3 “*Pick-up Poitns*” e com nível de serviço de 5 km. Foi utilizada a ferramenta AnyLogistix™ para rodar os modelos concebidos.

➤ Cenário atual:

Esse cenário simula a atual configuração de entrega de uma cadeia varejista de mercadorias oriundas dos canais de comercialização online de uma rede de materiais de construção na cidade de Fortaleza, sendo a origem das entregas o atual centro de distribuição da empresa e o destino os endereços indicados nos pedidos pelos clientes. As informações de pedidos são originárias da base histórica atendida pelo varejista durante o período de 01/12/2020 até 31/12/2021. Já as informações sobre os processos foram levantadas a partir de entrevista com o coordenador de logística da cadeia varejista. A Figura 58 apresenta a localização do centro de distribuição e dos clientes conforme histórico de pedidos.

Figura 58 - Localização do CD e base de pedidos



Fonte: O autor

Após a configuração da ferramenta Anylogistix™, conforme descrito no Capítulo 4, a simulação indicou os valores de emissão veicular de CO_2 durante o período especificado, conforme tabela apresentada pelo Anylogistix™ vislumbrada no Apêndice B.

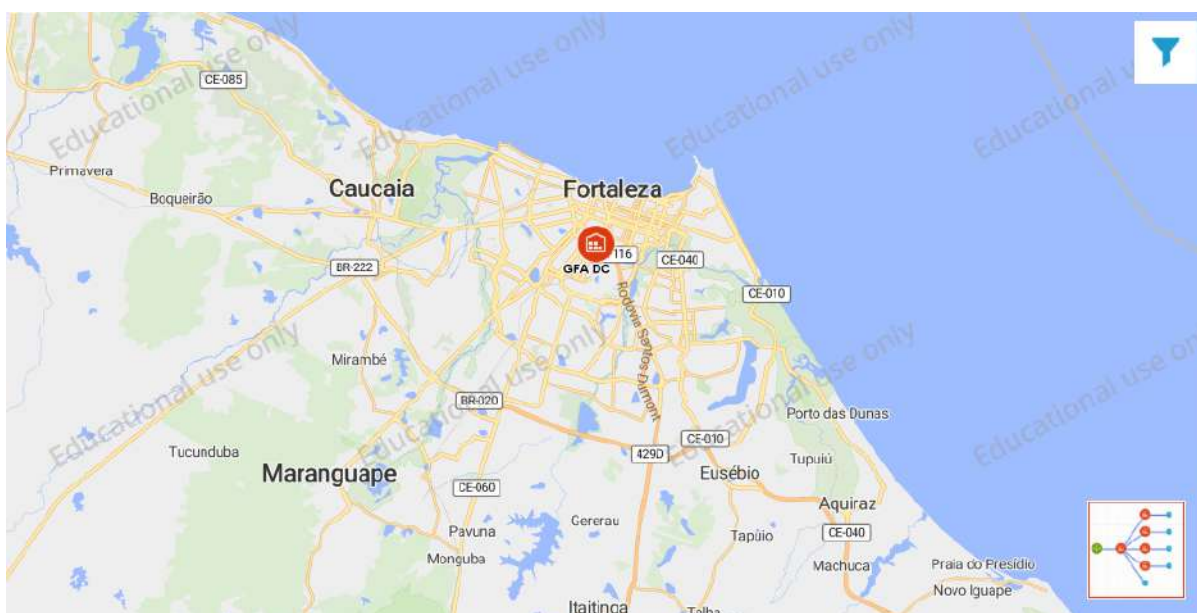
O resultado demonstra que para realizar todos os pedidos pela internet e por aplicativos, o processo de transporte da empresa varejista emitiu, no período de 396 dias, o montante de 1,0106 toneladas de dióxido de carbono, percorrendo um total de 14.036 quilômetros.

Esse cenário além de servir como base para análise dos demais cenários, proporcionou a oportunidade de constatação que o transporte urbano de carga da maneira realizada hoje por esse ator do varejo possui oportunidades de melhorias nas esferas financeiras, sociais e ambientais, onde o estudo atual foi focado para as emissões a partir do atendimento dos atributos indicados pelos entrevistados como preferências.

➤ Cenário GFA:

Para a execução desse cenário, primeiramente, foi aplicado o GFA (*GreenField Analysis*), experimento analítico que usa a abordagem do centro de gravidade geográfico para encontrar um local ideal para instalação de 1 ponto de coleta, levando em relação ao histórico de clientes, no qual irá atender a 100% da demanda. O resultado dessa dinâmica é apresentado na Figura 59.

Figura 59 - Localização da “Pick-up Point” utilizando GFA



Fonte: O autor



Esse ponto se localiza no bairro Fátima na cidade de Fortaleza, instituído na latitude -3.7525 e longitude de -38.5314. Com esse resultado preparou-se a simulação que obedece ao modelo conceitual do cenário GFA, onde os pedidos vão do Centro de Distribuição para a “PP” e os clientes retiram seus pedidos. A Figura 60 apresenta a localização do CD  e a localização da “Pick-up Point” .

Figura 60 - Localização da “Pick-up Point” utilizando GFA



Fonte: O autor

O resultado após a simulação revela que se as entregas fossem realizadas dentro das especificações deste cenário, o processo de transporte teria emitido apenas 98,58 quilos de dióxido de carbono, sendo percorrido apenas 1.370 quilômetros.

Esse cenário implica em um grande impacto no tocante da emissão de CO_2 e financeiramente no processo de transporte de carga. Mas é importante salientar o nível de serviço em relação a distância desse cenário. Os resultados do questionário publicado neste trabalho já evidenciam que o nível de acessibilidade dos clientes é um atributo considerado importante no momento de escolha do método de entrega. A Tabela 17 apresenta a porcentagem de clientes atendidos por quilômetro de distância com o posicionamento da “Pick-up Point” nesse cenário, onde foi verificado que no nível de acessibilidade de 1,5 Km só é atendido 8% da demanda histórica, 25,56% no terceiro quilômetro de distância e 53,26% só é atendida no 5 km. Para atingir 100% da demanda, a distância percorrida deverá ser de 16 quilômetros. Essa indicação é fundamental para a empresa no momento de planejamento da inserção de serviços de “Pick-up Points” em seus processos logísticos.

Tabela 17 - Nível de atendimento do histórico de clientes por quilômetro – Cenário GFA

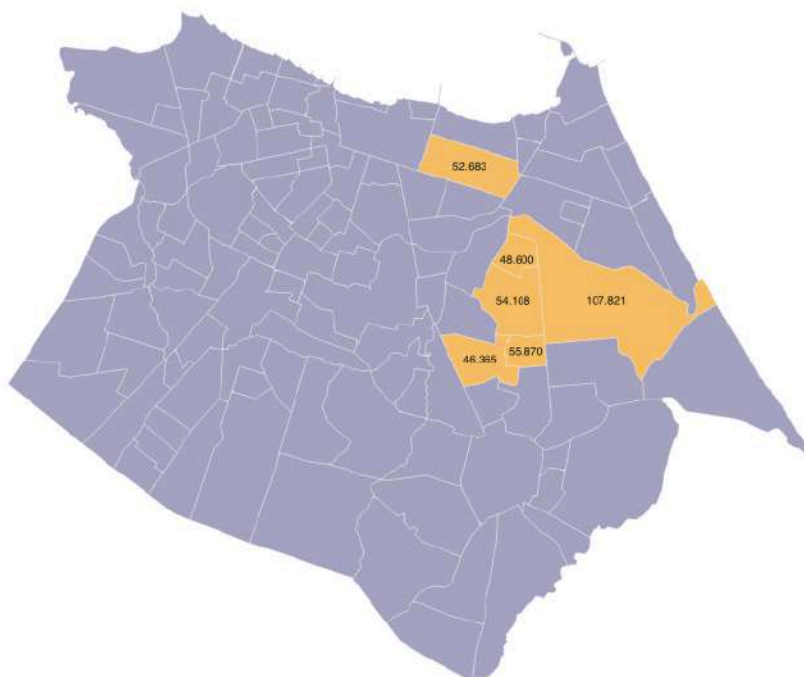
Distância até “Pick-up Point”	Quantidade de produtos atendidos pelo nível de acessibilidade	% Demanda atendida
0	0	0,00
1	125	1,82
2	577	8,42
3	1.683	24,56
4	2.960	43,19
5	3.650	53,26
6	4.958	72,35
7	5.357	78,17
8	5.718	83,44
9	5.863	85,55
10	6.120	89,30
11	6.720	98,06
12	6.804	99,28
13	6.845	99,88
14	6.852	99,99
15	6.852	99,99
16	6.853	100,00

Fonte: O autor

➤ Cenário Matriz OD:

Para a determinação desse cenário, levou-se em conta a escolha de localização da estrutura de “Pick-up Points” em uma área conforme a maior concentração de viagens de origem e destinos, por motivo “trabalho”, conforme o relatório de 2020 do estudo de Plano de Acessibilidade Sustentável de Fortaleza – PASFOR, realizado pela Prefeitura Municipal. É notória uma concentração considerável desse tipo de viagem em seis bairros, demonstrados Figura 61, e seus valores de referência respectivos.

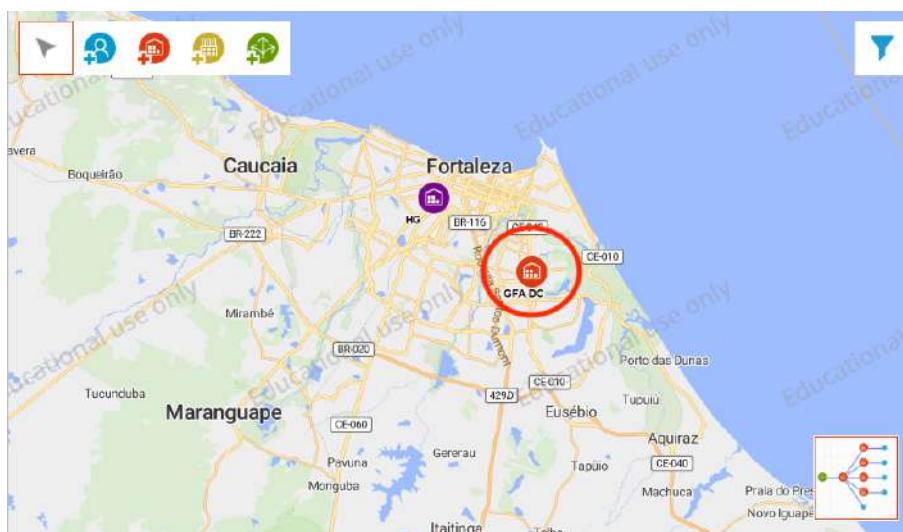
Figura 61 - Matriz OD de viagens da Cidade de Fortaleza por motivo “Trabalho”



Fonte: O autor

Após análise foi estabelecido uma localização central conforme estabelecido nas diretrizes do modelo conceitual, destacado na Figura 62, onde a “*Pick-up Point*” foi estabelecida para fins desse estudo no bairro Parque Maníbury.

Figura 62 - Localização da “*Pick-up Point*” pela matriz OD de Fortaleza



Fonte: O autor

Os resultados desse cenário apontam uma emissão de CO_2 no montante de 320 quilos do gás, percorrendo aproximadamente 4.442 quilômetros. Esse valor é um resultado ainda muito abaixo em relação à realidade atual, mas três vezes maior em relação ao cenário GFA. Outro fator é o resultado do nível de acessibilidade, Tabela 18, atributo indicado relevante na análise da pesquisa exploratória, que apresenta números pouco atrativos para atendimento da demanda como um todo, já que precisa percorrer até 18 km de distância. Acrescentando à análise, um fator implícito é que a distância maior do deslocamento que o cliente deverá realizar para retirar o pedido resultará em maiores custos para o mesmo, indo na contramão ao resultado obtido da pesquisa, onde é relatado o alto grau de interesse dos consumidores na redução de custos para recebimento dos pedidos online.

Tabela 18 - Nível de atendimento do histórico de clientes por quilômetro – Cenário Matriz OD

Distância até “Pick-up Point”	Quantidade de produtos atendidos pelo nível de acessibilidade	% Demanda atendida
0	0	0
1	112	1,68
2	541	8,13
3	1424	21,40
4	1856	27,90
5	2579	38,76
6	3798	57,09
7	4319	64,92
8	4987	74,96
9	5168	77,68
10	5326	80,05
11	5728	86,10
12	5896	88,62
13	6143	92,33
14	6489	97,53
15	6584	98,96
16	6652	99,98
17	6652	99,98
18	6653	100,00

Fonte: O autor

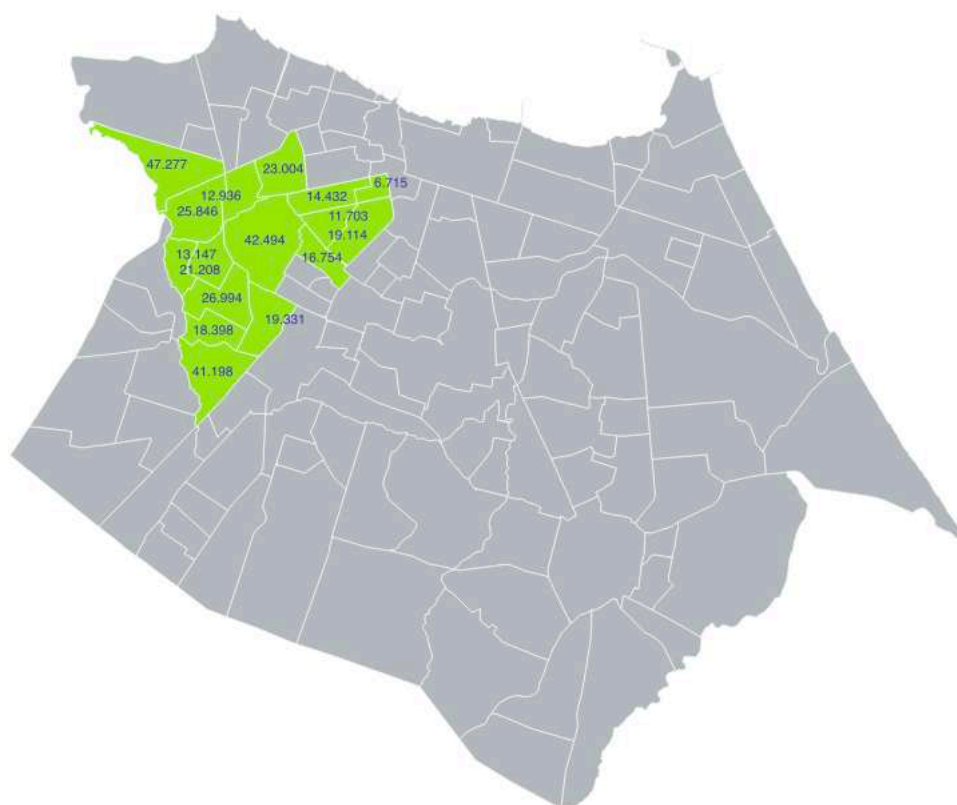
➤ Cenário Matriz Segurança:

O posicionamento da “Pick-up Point” para esse cenário foi baseado a partir da análise de informações referente a segurança da cidade no tocante a casos de furto

que foram cedidas pela Secretaria da Segurança Pública e Defesa Social do estado do Ceará, conforme método relatado na modelagem conceitual. Após a observação a Área de Segurança Integrada 6, apresentada na Figura 63, por ser uma região com alta concentração demográfica e por possuir um índice de ocorrências de 0,78%, configurando em um dos espaços mais seguros da cidade. Essa área é composta pelos bairros: Amadeu Furtado, Antônio Bezerra, Autran Nunes, Bela Vista, Bonsucesso, Dom Lutosa, Henrique Jorge, João XXIII, Jóquei Clube, Padre Andrade, Parque Araxá, Parquelândia, Pici, Presidente Kennedy, Quintino Cunha e Rodolfo Teófilo.

É importante ressaltar que esse cenário não se encontrava no escopo original do trabalho, mas foi incluído com o intuito de simular opções que possam se adaptar conforme os anseios dos clientes, que após análise das respostas do bloco de sugestões da pesquisa, o mesmo foi estruturado a partir da constatação sobre a preocupação com o atributo “segurança” para a utilização das “*Pick-up Points*”.

Figura 63 - Localização dos bairros que compõem AIS 6 e quantidade da população por bairro



Fonte: O autor

Elegeu-se uma localização centralizada aproximada em torno dessa área, na qual foi escolhido o campus da Universidade Federal do Ceará, localizado no bairro do Pici, onde existe alta circulação de pessoas, ronda policial constante e disponibiliza de áreas para sua implementação. A localização é apresentada na Figura 64.

Figura 64- Localização da “Pick-up Point” por área de segurança



Fonte: O autor

Esse cenário apresentou como resultado a emissão de 141 quilos de dióxido de carbono, sendo 42,60% mais poluente em relação ao cenário GFA, mas 86% menos poluente em relação ao cenário atual. Sendo o segundo melhor cenário quando ocorre a inclusão de apenas uma “Pick-up Point”, onde o veículo de entrega percorre uma distância de 1.953 quilômetros no período estudado. Em termos de desempenho do nível de acessibilidade segue um aproveitamento de 51,68% na distância de até 5 km. A Tabela 19 apresenta o atendimento por distância.

Tabela 19 - Nível de atendimento do histórico de clientes por quilômetro – Cenário Segurança

Distância até “Pick-up Point”	Quantidade de produtos atendidos pelo nível de acessibilidade	% Demanda atendida
0	0	0
1	132	1,93
2	558	8,14
3	1599	23,33
4	2915	42,54
5	3473	51,68
6	4707	68,69
7	5012	73,14
8	5505	80,33
9	6086	88,81
10	6584	96,07
11	6679	97,46
12	6741	98,37
13	6793	99,12
14	6848	99,93
15	6852	99,99
16	6852	99,99
17	6853	100,00

Fonte: O autor

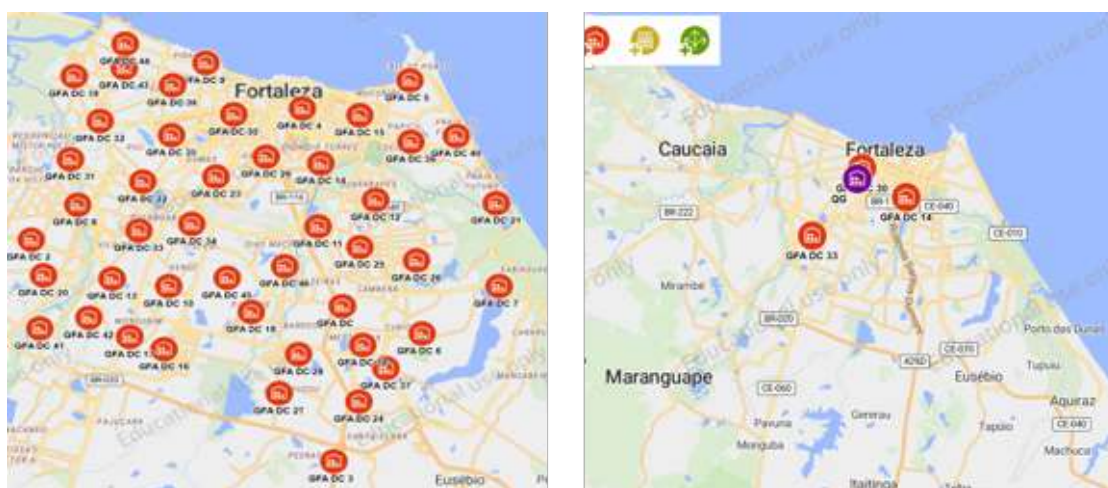
➤ Cenário com 3 “Pick-up Points” e com nível de serviço de 1,5 km:

Novamente empregou-se a função do GFA do AnyLogistix™ para estabelecer possíveis posições de pontos de coletas, mas agora sendo estabelecido o nível de serviços de acessibilidade, ou seja, deverá existir uma “Pick-up Point” que atenda os clientes dentro de um raio de distância pré-determinada. Nesse primeiro cenário foi estabelecida a distância de 1,5 quilômetros, nível proposto a partir dos resultados do questionário aplicado que indicaram a atratividade dos clientes nesse parâmetro. É importante ressaltar que existe uma restrição de investimento inicial na rede de serviços de “PP’s”, na qual, nesse primeiro momento de implantação só seriam instalados três pontos de coleta.

Após essas diretrizes o GFA disponibilizou um resultado composto por 46 posições de “Pick-up Points” espalhados pela cidade de Fortaleza. Mas como é necessário atender a restrição de investimento, foram selecionados os três pontos que atenderam a maior demanda de clientes em seu somatório. Com esse filtro foi selecionado as localizações correspondentes a GFA DC 14, GFA DC 30 e a GFA DC

33. Os demais clientes serão atendidos pelo processo de transporte “door-to-door” com origem no centro de distribuição da empresa. A Figura 65 mostra a esquerda o resultado do GFA e a direita o cenário para simulação conforme no tocante à localização dos “PP`s”.

Figura 65 - Localização das “Pick-up Points” no nível de serviço de 1,5 km



Fonte: O autor

Após a simulação foi verificado que a quantidade de CO_2 emitida na operação de entrega da carga no período de dezembro de 2020 até dezembro de 2021 foi de 841 quilos, sendo que foram liberados no transporte entre o centro de distribuição e os pontos de coleta 170,2kg. Os outros 670,79 quilos foram emitidos no transporte dos pedidos não atendidos pelas três “Pick-up Points”. Existe uma redução significativa na emissão de dióxido de carbono em relação ao cenário atual na grandeza de 17%. Nessa configuração os “Lockers” teriam a capacidade de atendimento de 48% dos clientes da base histórica dentro de um nível de acessibilidade de 1,5 km, alcance bem melhor em comparação aos cenários anteriores, que não ultrapassam aos 10%. A Tabela 20 apresenta o nível de atendimento de cada PP selecionada no escopo desse cenário.

Tabela 20 - Nível de atendimento alcançado em cada km por PP – Cenário 3 PP's a 1,5km

GFA DC14			GFA DC30			GFA DC33		
Demanda em %	Demanda em peças	Distância até PP (km)	Demanda em %	Demanda em peças	Distância até PP (km)	Demanda em %	Demanda em peças	Distância até PP (km)
10	115	1	10	112	1	10	101	1
20	229	1,5	20	225	1	20	202	1
30	344	1,5	30	337	1	30	303	1
40	458	1,5	40	450	1	40	404	1
50	573	1,5	50	562	1	50	505	1
60	688	1,5	60	674	1	60	605	1
70	802	1,5	70	787	1	70	706	1
80	917	1,5	80	899	1,5	80	807	1
90	1031	1,5	90	1012	1,5	90	908	1
100	1146	1,5	100	1124	1,5	100	1009	1,5

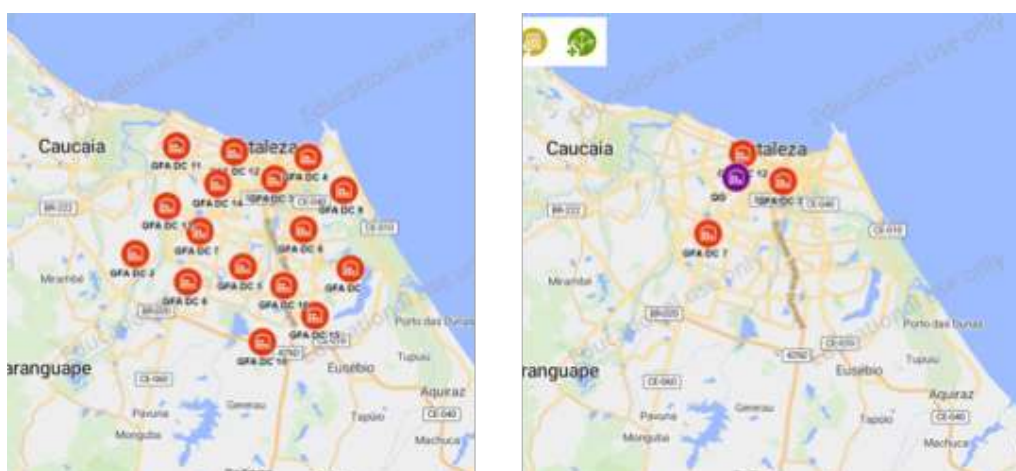
Fonte: O autor

➤ Cenário com 3 “Pick-up Points” e com nível de serviço de 3,0 km:

Esse cenário foi simulado dentro das mesmas premissas de configuração do que o anterior, sendo modificado apenas o nível de acessibilidade em 3 quilômetros de distância.

O resultado apresentado mostra um total de 16 posições de “Pick-up Points” para atendimento da demanda. Selecionando os três com maior disponibilidade de atendimento da demanda histórica foram escolhidos GFA DC 3, GFA DC 7 e GFA DC 12. A Figura 66 mostra a esquerda o resultado de localização pelo GFA e a direita o cenário para simulação dos três “PP’s” para atendimento do nível de serviço estipulado. Nessa configuração os “Pick-up Points” atenderam 58% dos clientes da base histórica.

Figura 66 - Localização das “Pick-up Points” no nível de serviço de 3 km



Fonte: O autor

A simulação desse cenário resultou na emissão de 850 quilos de CO_2 , sendo que 224 quilos foram emitidos para abastecimento dos 3 pontos de coletas pelo o centro de distribuição e os outros 626 quilos nas entregas até aos endereços cadastrados pelos clientes no momento da aquisição do material de construção. Esse cenário remete a uma redução de 17% no tocante da emissão.

Mesmo abrangendo 10% a mais a capacidade de atendimento pela rede de pontos de coleta em relação ao cenário anterior, a Tabela 21 mostra que o nível de atendimento de cada “*Pick-up Point*” se encontram menos concentrados no primeiro quilômetro, por isso o benefício no tocante da emissão expressa pouca melhora quando comparado ao sistema de armários de coleta com alcance de 1,5 quilômetros.

Tabela 21 - Nível de atendimento alcançado em cada km por PP – Cenário 3 PP's a 3km

GFA DC3			GFA DC7			GFA DC12		
Demanda em %	Demanda em peças	Distância até PP (km)	Demanda em %	Demanda em peças	Distância até PP (km)	Demanda em %	Demanda em peças	Distância até PP (km)
10	164	1	10	109	1	10	121	1
20	327	2	20	218	1	20	244	1
30	491	2	30	326	1	30	366	1
40	654	2	40	435	1	40	488	1
50	818	2	50	544	1	50	609	1
60	982	2	60	653	1	60	731	1
70	1145	2	70	762	1	70	853	1
80	1309	2	80	870	1	80	975	1
90	1472	2	90	979	2	90	1097	2
100	1636	3	100	1088	3	100	1219	3

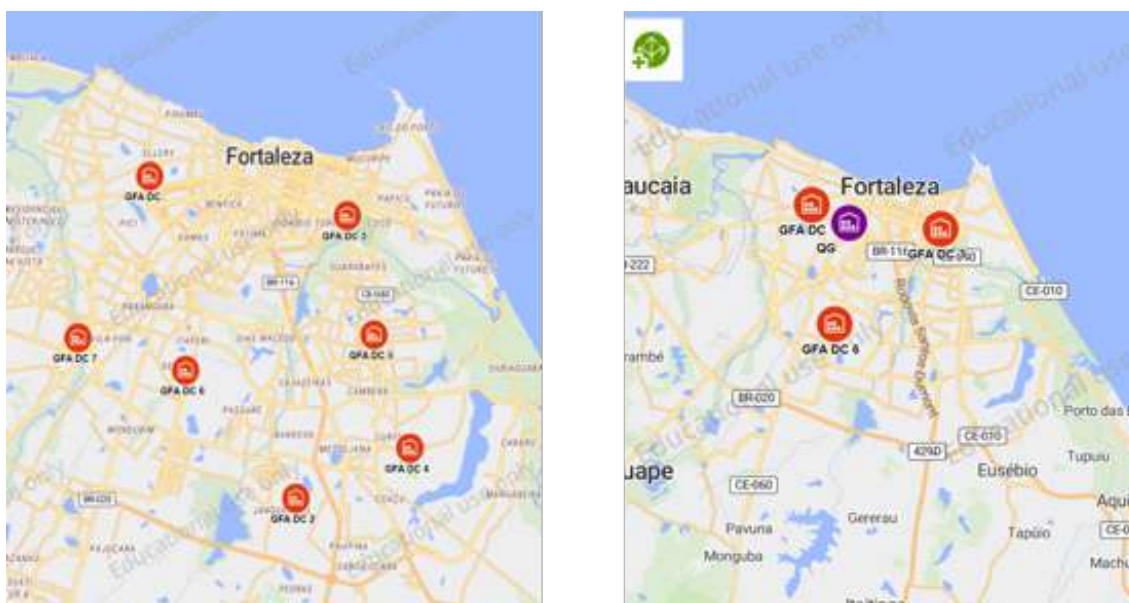
Fonte: O autor

➤ Cenário com 3 “*Pick-up Points*” e com nível de serviço de 5,0 km:

O último cenário simulado segue estruturado dentro das mesmas especificações dos demais cenários que apresentam 3 pontos de implantação das “*Pick-up Points*” no processo logístico de transporte urbano de carga, sendo alterado apenas no tocante de nível de acessibilidade para o patamar de 5 quilômetros de distância. Para a configuração desse cenário foi levado em consideração métricas e valores, em relação aos atributos, bastante utilizados nos cenários de estudo de caso levantados na revisão bibliográfica.

O GFA apresenta um resultado de 7 posições de “*Pick-up Points*”, sendo selecionados os GFA DC 1, GFA DC 3 e GFA DC 6. Essas duas configurações são apresentadas na Figura 67.

Figura 67 - Localização das “Pick-up Points” no nível de serviço de 5 km



Fonte: O autor

Nesse arranjo ocorre o atendimento de 78%, o melhor alcance entre todos os cenários, dos pedidos do período de 01/12/2020 até 31/12/2021. Sobre o quadro de emissões, este apresentou um montante de 750 quilos de dióxido de carbono expelidos no transporte veicular, sendo que foram liberados no transporte entre o centro de distribuição e os pontos de coleta 345,8kg. Os outros 404,2 quilos foram emitidos no transporte dos pedidos não atendidos pelas três “Pick-up Points”, representando redução de 26%. Esse cenário mostrou a melhor relação entre atendimento da demanda com o benefício ambiental com impacto moderado.

A Tabela 22 mostra o nível de atendimento de cada “Pick-up Point” estipulado em até 5 km. A Tabela 23 apresenta um resumo comparativo dos resultados oriundos dos sete cenários em relação a emissões de CO_2 e capacidade de atendimento da demanda histórica.

Tabela 22 - Nível de atendimento alcançado em cada km por PP – Cenário 3 PP's a 5km

GFA DC1			GFA DC3			GFA DC6		
Demanda em %	Demanda em peças	Distância até PP (km)	Demanda em %	Demanda em peças	Distância até PP (km)	Demanda em %	Demanda em peças	Distância até PP (km)
10	209	2	10	205	1	10	126	2
20	418	3	20	410	1	20	251	3
30	627	3	30	615	1	30	377	3
40	836	4	40	820	1	40	502	3
50	1045	4	50	1025	1	50	628	3
60	1254	4	60	1230	2	60	753	3
70	1463	4	70	1435	3	70	879	3
80	1672	4	80	1640	3	80	1004	3
90	1881	4	90	1845	4	90	1130	4
100	2090	5	100	2050	5	100	1225	5

Fonte: O autor

Tabela 23 - Quadro comparativo entre cenários simulados

Cenários	Emissões (g/km)	Relação com cenário atual	Atendimento da demanda
Atual	1.010.579		100%
1 PP GFA	98.597	- 90%	100%
1 PP Matriz OD	319.813	- 68%	100%
1 PP Segurança	140.596	- 86%	100%
3 PP's a 1,5km	840.989	-17%	48%
3 PP's a 3,0km	850.166	-16%	58%
3 PP's a 5,0km	750.115	-26%	78%

Fonte: O autor

5.3. Considerações sobre o capítulo

No que se refere aos resultados oriundos da pesquisa, foi possível verificar que no tocante sócio econômico na questão de gênero e de faixa etária, que a amostra segue uma tendência de alinhamento com a população brasileira, considerando o filtro de faixa etária estipulado para a amostra. Um ponto divergente observado foi na faixa etária da amostra na classe de idade 15 – 19 anos, onde ocorreu baixa concentração de indivíduos, que pode ser explicada pela falta de poder aquisitivo por grande contingente desse grupo por não serem economicamente ativos. A grande dissonância foi encontrada na faixa de renda, onde existe maior concentração populacional nas faixas de menores rendas na estratificação nacional em comparação aos resultados da pesquisa. Esse fato é plausivelmente explanado pela aplicação da pesquisa ter sido realizada pela internet, que conforme dados da consultoria Instituto

Locomotiva & PWC (2022), 33,9 milhões de brasileiros de baixa renda não possuem conexão e outros 86,6 milhões possuem acesso limitado.

A pesquisa aplicada ainda que indica 97% dos entrevistados já realizaram alguma compra na internet, onde 42% possuem o hábito de comprar mensalmente na web ou por aplicativos *mobile*, sendo compatível com pesquisas setoriais existentes. Desse universo, 53% dessas compras foram realizadas dentro da faixa de ticket médio de R\$ 100,00 a R\$ 500,00, parcela no qual se encontra o ticket médio das compras online brasileiras. Dos entrevistados que responderam por completo o questionário, 72% afirmaram que geralmente suas compras possuem características de peso leve e dimensões pequenas. No tocante do atributo que possui mais atratividade no momento da escolha do método de entrega, os entrevistados responderam que primeiramente buscam por frete grátis, logo em seguida aparece o tempo de entrega e o valor final do frete.

Também é observado que os estudos de entidades ligadas ao bem estar social e ao meio ambiente, sinalizam que a consciência ambiental cresceu entre a população nacional, fato corroborado na pesquisa aplicada, onde mostrou que 72% dos indivíduos acham que às emissões de poluentes oriundos dos veículos de entrega do TUC seja um problema relevante, mas foi observado que nenhum dos entrevistados optou pelo “impacto ambiental da entrega” quando foi questionado que atributo considerava o mais importante, onde foram destacados os relacionados aos impactos financeiros ou as necessidade de uso dos produtos adquiridos. Em relação às “Pick-up Points” e “Parcel Lockers”, apenas 51 pessoas, 18% da amostra, já optaram pela sua utilização em algum momento.

No último bloco da pesquisa, os entrevistados escolheram entre a entrega convencional e a entrega por “*Pick-up-Point*” a partir da seleção de um conjunto atributos relacionados ao método de entrega que fossem mais atrativos no seu julgamento. Nos cinco cenários, apenas em uma oportunidade a entrega convencional foi preferida em relação a entrega pelas PP`s, no qual o cenário exaltava os atributos no tocante da disponibilidade de entrega e da emissão de poluentes, sinalizando esses como os atribuídos com o menor grau de atratividade no momento da escolha. O cenário com maior grau de atratividade, com 77% da preferência dos entrevistados, pela modalidade de entrega em “*Pick-up-Points*” foi quando apresentava atributos com redução no custo e de prazo de entrega, sendo mantido um nível de acessibilidade de até 1,5 km de distância para retirada dos produtos. Um fato

interessante que foi observado é que a combinação de benefícios entre dois atributos ou mais, mesmo em valores reduzidos, podem provocar efeito atrativo nos clientes. Essa opção foi deslumbrada ao analisar o cenário 5, o segundo mais escolhido pelos os indivíduos da pesquisa, onde ocorria a combinação entre o de prazo de entrega e a acessibilidade de retirada, que configuraram um grau maior de importância em comparação ao cenário que focava apenas na redução de custos de entrega.

Os resultados apresentados pela simulação dos cenários onde as “Pick-up Points” são inseridas no processo do transporte urbano da carga indicam que essa estratégia minimiza os impactos negativos sobre o ambiente. A Tabela 23 expressa que o cenário de 1 PP GFA (melhor ponto geográfico em relação ao histórico de demanda) possui o maior impacto no tocante da emissão de CO_2 , com redução de 90% em relação ao cenário atual, no qual considera toda a demanda do canal de vendas online do varejista de material de construção. Mas o nível de serviço em relação a acessibilidade é ruim, já que só atinge o atendimento de mais de 50% da demanda histórica no quinto quilômetro, onde o atendimento completo da demanda só é realizado no décimo sexto quilômetro de distância do ponto de coleta, propiciando um custo de deslocamento indesejável ao cliente. O Cenário 1 PP Matriz OD, mesmo partindo do pressuposto de ser estabelecido na região de maior ocorrência de viagens por motivo “trabalho” em Fortaleza, se mostrou o de pior avaliação na emissão de dióxido como no atendimento da demanda em relação a base de pedidos que foram entregues entre o período de 01/12/2020 até 31/12/2022.

O quarto cenário, 1 PP Segurança, apresentou resultados semelhantes aos do 1 PP GFA, tendo ainda como fator de atratividade a localização na área integrada de segurança que apresenta alta circulação de pessoas, principalmente na faixa etária entre 20 a 30 anos, e com baixos índices de ocorrências policiais relacionadas à furtos. O cenário que apresentou a melhor relação entre atendimento da demanda e nível de emissão veiculares foi 3 PP's a 1,5 km, retratando um excelente nível de acessibilidade para 48% da demanda histórica, que se deslocaria apenas 1,5 km para retirada de suas encomendas. É importante salientar que este cenário apresenta um investimento maior em relação aos cenários anteriores, já que serão montadas três estações de coleta. No tocante ao índice de emissão desse cenário, ocorre a redução de 17%, que levando em consideração o curto prazo de retorno aos benefícios do projeto de implantação de “Pick-up Points” é uma conquista significativa.

O penúltimo cenário, o de 3 PP`s a 3,0 km, apresentou resultados melhores em consideração ao nível de atendimento da demanda histórica em relação ao cenário anterior, alcançando 58% para o nível de acessibilidade de 3,0 km de distância. Mas quando é analisando o índice de emissões de CO_2 , apresenta piora em relação ao cenário 3 PP`s a 1,5 km, reduzindo apenas 16% em relação ao cenário atual. O último cenário é o 3 PP`s a 5,0 km, que possui capacidade de atendimento de 78%, obedecendo a distância de 5 quilômetros de percurso para retirada dos pedidos (marco considerado o limite nos estudos levantados) e com uma redução significativa de 26% nas emissões de dióxido de carbono.

Após a discussão do conjunto de resultados do estudo de caso apresentados, o próximo capítulo será apresentado as considerações finais e apresentação de possíveis desdobramentos para estudos futuros.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1. Considerações Finais

Esse trabalho apresenta um estudo voltado à compreensão sobre o impacto ambiental que a estratégia de inclusão dos serviços de “*Pick-up Points*” e “*Parcel Lockers*” exerce no transporte urbano de carga. A inclusão de novas tecnologias no TUC representa uma decisão complexa devido a imprevisibilidade do comportamento da cadeia logística em relação a diversos fatores relacionados, entre os quais afetam diretamente os atores envolvidos do processo que condicionam restrições para execução dessas entregas. Contudo, mesmo que as emissões de poluentes ainda seja um atributo pouco valorizado, não pode ser reduzida em importância ou anulada, já que seus efeitos podem colocar em risco a sustentabilidade do transporte de cargas.

Assim, para se alcançar resultados que promovam uma cadeia logística equilibrada é necessário que os gestores conheçam o perfil socioeconômico do público-alvo, além de entender o seu comportamento de compras online e os atributos que consideram mais atrativos no momento da decisão do método de entrega. Para uma visão sistêmica do cenário do transporte urbano de carga e de como e onde os impactos ambientais podem ser mitigados na cadeia é necessário delinear todos os elementos do processo que contribuem para essa consequência. Por fim, com o intuito de apoio à tomada de decisão em novos investimentos, antes que seja realizado qualquer aporte de capital, é necessário modelar situações construídas através dos resultados obtidos nos passos anteriores, no qual a simulação possa desvendar possíveis os efeitos da estratégia.

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa extensiva na literatura sobre os requisitos, restrições e evoluções nos processos de transporte urbano de carga e da necessidade da melhoria constante para a busca da sustentabilidade da cadeia nos âmbitos econômicos, sociais e, principalmente, ambientais. Após foi levantado uma base de informações em relação a cadeia varejista online, onde foram obtidos os atributos considerados na escolha do método de entrega de pedidos pelos clientes e da vinculação desses quando é utilizado as “*Pick-up Points*”. Esse arcabouço contribuiu para reconhecer a existência da variedade de fatores que impactam na emissão e na maneira que são tratados nesse momento. Esse esforço originou um

produto que permitiu uma análise bibliométrica, com auxílio da ferramenta “Bibliometrix”, para escolha de melhores práticas e atributos em relação ao TUC.

Esse conhecimento permitiu selecionar atributos que são condizentes com o transporte de carga na última milha, que possibilitou a confecção de um questionário exploratório, o qual foi aplicado, de maneira online, para um público de potenciais consumidores, que realizam compras pela internet, da cidade de Fortaleza, com intuito de verificar a aderência dos processos e atributos descritos na literatura à realidade do fenômeno do estudo de caso.

Os resultados oriundos do questionário demonstraram que, dentro das restrições que uma pesquisa online possui, os entrevistados que realizam transações de compra online possuem representativa de sexo que segue a tendência dos números estimados do IBGE, sendo 56% da amostra se encontra na faixa etária entre 30 a 49 anos, e possuem alto poder de aquisição de bens e de serviços por se concentraram nas faixas com o a maior renda familiar. A pesquisa também confirmou a periodicidade mensal que a maioria dos entrevistados realizam compras no *e-commerce*, com um ticket médio em torno de R\$ 450,00. Outro ponto importante foi ter conhecimento da pouca utilização e discernimento dos serviços de “*Pick-up Points*” e “*Parcel Lockers*”, no entanto foi percebido que existe uma preocupação com os impactos ambientais decorrentes da emissão veicular relacionados com as entregas dos pedidos, mas só influem em suas decisões quando são vinculados a algum ganho financeiro ou no nível de atendimento das entregas.

A aplicação da pesquisa foi fundamental para validação dos elementos operacionais fundamentais e atributos que permitiram a formulação da modelagem dos cenários do estudo de caso de forma mais fidedigna à realidade. Com isso, foi possível conceber sete cenários, a partir de métodos analíticos e de simulação dinâmica, no qual a implicação de atributos em relação ao custo de frete, prazo de entrega, disponibilidade de entrega e nível de serviço de deslocamento dos clientes. Esse esforço foi orientado para que a simulação desses cenários expressasse o grau de impacto no tocante a emissões de dióxido de carbono e sua correlação com níveis de cada atributo da conjuntura arquitetada.

A idealização dos modelos propostos compreenderam o cenário atual de como é realizado o transporte de carga de um varejista de material de construção atuante na cidade de Fortaleza/CE abrangendo a demanda histórica do período de 01/12/2020 até 31/12/2021, e de seis modelos hipotéticos, contendo uma estrutura de um ou três

PP's, com níveis de serviço e de atendimento a demanda variáveis. Esse escopo foi dimensionado dessa forma para alcançar o objetivo de avaliar as implicações ambientais que a estratégia de implementação dos serviços de "*Parcels Lockers*" e "*Pick-up Points*" no processo de transporte urbano de carga. Após a concepção dos cenários ocorreu a configuração dos modelos propostos na ferramenta de simulação selecionada, o Anylogistix™.

Com os resultados apresentados na simulação, pode-se concluir que o objetivo da dissertação foi atingido ao constatar a mitigação do impacto ambiental no transporte urbano de carga com a redução de emissão veicular quando os armários de coletas fazem parte da cadeia do transporte de carga. No conjunto de dados analisados é recomendado quando for instalado apenas uma "*Pick-up Point*" o cenário "1 PP Segurança", no qual atende o atributo de segurança, fortemente aclamado pelos entrevistados da pesquisa, que mostrou capacidade de redução de 86% das emissões, atendendo 100% da demanda histórica e apresentado um nível de serviço cabal de aproximadamente 55% da demanda dentro da distância dos 5 primeiros quilômetros. Se a tomada de decisão gerencial for para implementação de uma rede com 3 PP's, o cenário "3 PP's 1,5 km" é o mais indicado, já que apresentou capacidade de redução de 17% na emissão de CO_2 veicular e capacidade de atendimento de 48% da demanda histórica dentro da distância para retirada do produto em até 1,5 quilômetros, resultados promissores quando consideramos o aspecto inovador do projeto e do grande potencial para melhorias contínuas em seus processos, propiciados com o tempo a partir da adaptação dos clientes do e-commerce com a inclusão da ação de coleta em suas atividades habituais.

6.2. Sugestões para trabalhos futuros

Sendo assim, sugere-se para trabalhos futuros ampliar o escopo de pesquisa em relação aos serviços "*Pick-up Points*" e "*Parcel Lockers*" para a determinação do "*desing*" dos pontos de coletas, que a partir da estratificação dos segmentos varejistas do comércio eletrônico, possam atender características diferentes no tocante a dimensões e de ticket médio dos pedidos, através de melhorias de interatividade e segurança durante a coleta de pedidos. Esse produto tem o potencial de direcionar a elaboração de novos processos que incentivam os consumidores a escolherem as "PP's" como método de coleta.

No tocante em relação à escolha de localização dos pontos de coleta é sugerido que a definição da área seja amparada com análise multicritérios, embasada por opiniões de especialistas da área de negócio, de mobilidade e de segurança urbana. Na simulação sugerimos novas calibrações dos modelos propostos, com o intuito de mapear a relação da emissão de dióxido de carbono com vários níveis de atendimento da demanda a partir de uma infraestrutura de rede de *"Pick-up Points"* que encaixe nas ambições e no mercado de cada varejista, com o intuito de explorar relações que otimizem o nível de serviço com a mitigação dos impactos ambientais.

Outro ponto que possui potencial para incitação de novos trabalhos científicos é da análise do efeito da viagem do cliente, considerando a modalidade na qual foi realizada o deslocamento, aos armários de encomendas nas emissões totais. Também é sugerido um estudo da possibilidade de compartilhamento de pontos de coletas entre cadeias varejistas, no qual permite o repartimento de custos e risco operacionais, possibilitando agilidade na implementação e adesão ao serviço pelos clientes.

REFERÊNCIAS

- ABCOMM, **Associação Brasileira de Comércio Eletrônico**. Site ABCOMM na categoria “Números do E-Commerce”. Brasil. 2020 – Disponível em <<https://abcomm.org/noticias/comercio-eletronico-deve-crescer-18-em-2020-e-movimentar-r-106-bilhoes>>. Acesso em 18/03/2021.
- AL-NAWAYSEH, M. K.; ALNABHAN, M. M.; AL-DEBEI, M. M.; BALACHANDRAN, W., **An adaptive decision support system for last mile logistics in E-commerce: a study on online grocery shopping**. International Journal of Decision Support System Technology (IJDSST), v. 5, n. 1, p. 40-65, 2013.
- ALAM, A.; BESSELINK, B.; TURRI, V.; MARTENSSON, J.; JOHANSSON, K. H., **"Heavy-Duty Vehicle Platooning for Sustainable Freight Transportation: A Cooperative Method to Enhance Safety and Efficiency,"** in IEEE Control Systems Magazine, vol. 35, no. 6, pp. 34-56, Dec. 2015.
- ALLEN, J.; BEKTAS, T.; CHERRETT, T.; BATES, O.; FRIDAY, A.; MCLEOD, F.; ...; WISE, S., **The scope for pavement porters: addressing the challenges of last-mile parcel delivery in London**. Transportation Research Record, v. 2672, n. 9, p. 184-193, London, 2018.
- ALLEN, J.; ANDERSON, S.; BROWNE, M.; JONES, P., **A framework for considering policies to encourage sustainable urban freight traffic and goods/service flows**. Transport Studies Group, University of Westminster, London, 2000.
- ALVIM, S. L. S.; FARIAS, I. V.; FRANZZON, E. M.; SILMAS, D., **Supply chain resilience in turbulent times: conceptual model and real-world use case**. IFCA, 2022.
- ANAND, N.; DUIN, R. V.; TAVASSZY, L., **Elevance of City Logistics Modelling Efforts: A Review**, Transport Reviews. 2015.
- ANSORI, M.; FALIANITY, T. A., **Determinants of growth of business in consumer e-commerce across countries in the era of disruptive innovation**. In Challenges of the Global Economy: Some Indonesian Issues (pp. 333-351). Nova Science Publishers, Inc, 2019.
- ARIA, M.; CUCCURULLO, C., bibliometrix : **An R-tool for comprehensive science mapping analysis**. Journal of Informetrics, 2017.
- ASDECKER, B., **Building the E-Commerce Supply Chain of the Future: What Influences Consumer Acceptance of Alternative Places of Delivery on the Last-Mile**. Logistics, v. 5, n. 4, p. 90, 2021.
- AUGEREAU, V.; DABLANC, L., **An evaluation of recent pick-up point experiments in European cities: The rise of two competing models?** In E. Taniguchi, & R. G. Thompson (Eds.), Innovations in city logistics (pp. 303–320). New York: Nova Science Publisher Inc., 2008.

AYU, M.; SATRIA, Y.; BURHAN, H., **Dynamic pickup and delivery problem with transfer in ridesharing to reduce congestion**. In: Journal of Physics: Conference Series, p. 012010. IOP Publishing, 2019.

AZEVEDO, J. A. H., **Proposta metodológica para elaboração de fatores de emissão de veículos de carga a partir de perfis de condução**. 2019. 156 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

BAPTISTA, S. G.; CUNHA, M. B., **Estudo de Usuários: visão geral dos métodos de coleta de dados**. Perspectivas em Ciência da Informação. Belo Horizonte. V. 12, n.2, p.168-184, 2007.

BEHRENDTS, S.; LINDHOLM, M.; WOXENIUS, J., **The Impact of Urban Freight Transport: A Definition of Sustainability from an Actor's Perspective**. Transportation Planning and Technology, 31(6), 693–713, 2008.

BENJELLOUN, A.; CRAINIC, T. G., **Trends, challenges, and perspectives in city logistics**. Transportation and Land Use Interaction, Proc. TRANSLU'08. Editura Politecnica Press, Bucharest, Romania, 269–284, 2008.

BEIRIGO, B. A.; SCHULTE, F.; NEGENBORN, R. R., **Integrating people and freight transportation using shared autonomous vehicles with compartments**. IFAC-PapersOnLine, v. 51, n. 9, p. 392-397, 2018.

BOOK, White. **Roadmap to create a Single European Transport Area-Towards a competitive and resource efficient transport system**. 2011.

BORSENBERGER, C.; CREMER, H.; DE DONDER, P.; JORAM, D., **“Differentiated pricing of delivery services in the e-commerce sector”**, in Crew, M. and Brennan, T. (Eds), The Future of the Postal Sector in a Digital World, Springer, Heidelberg, pp. 191-211, 2016.

BOSONA, T., **Urban Freight Last Mile Logistics—Challenges and Opportunities to Improve Sustainability: A Literature Review**. Sustainability, 2020.

BOYD, D; ELLISON, N., **Social Network Sites: Definition, history and Scholarship**. Journal of Computer-Mediated Communication, Volume 13, Issue 1, pages 210–230, 2007.

BRANDLI, L. L.; HEINECK, L. F. M. **Uma experiência sobre o uso da técnica da preferência declarada**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 10., 2004, São Paulo, SP. São Paulo: ANTAC, 2004.

BREINBAUER, A.; STRAUSS, D., **Paket- und Umschlagsboxen - Verbreitung, Erfolgskriterien und Best-Practice-Beispiele**. Fachhochschule des BFI Wien Gesellschaft m.b.H. Germany, 2021.

BROWNE, M.; ALLEN, J.; NEMOTO, T.; PATIER, D.; VISSER, J., **Reducing social and environmental impacts of urban freight transport: A review of some major cities**. *Procedia—Soc. Behavioral Sci.* 39:19–33, 2012.

BURT, S.; SPARKS, L., **E-commerce and the retail process: a review**. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 10(5), 275–286, 2003.

BUZZEGA, G.; NOVELLANI, S., **Last mile deliveries with lockers: formulations and algorithms**. *Soft Computing*, p. 1-19, 2022.

CAGLIANO, A. C.; MANGANO, G.; ZENEZINI, G., **Technological trends in last-mile contexts: A European perspective**. In: *Interconnected Supply Chains in an Era of Innovation—Proceedings of the 8th International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain* p. 356-364. ILS. 2020.

CALABRÒ, G.; LE PIRA, M.; GIUFFRIDA, N.; FAZIO, M.; INTURRI, G.; IGNACCOLO, M., **Modelling the dynamics of fragmented vs. consolidated last-mile e-commerce deliveries via an agent-based model**. *Transportation Research Procedia*, v. 62, p. 155-162, 2022.

CAMBOIM, L. G.; BEZERRA, E. P.; GUIMARÃES, I. J. B., **Pesquisando na Internet: uma análise sobre metodologias utilizadas em dissertações do PPGCI-UFPB**. *Biblionline*; v. 11, n. 2 123-134, v. 24, n. 2, p. 134-123. 2015.

CAPES – **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior**. Disponível em https://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_pcollection. Acesso em 03/06/2021.

CAROTENUTO, P.; CECCATO, R.; GASTALDI, M.; GIORDANI, S.; ROSSI, R.; SALVATORE, A., **Comparing home and parcel lockers' delivery systems: a math-heuristic approach**. *Transportation Research Procedia*, v. 62, p. 91-98, 2022.

CASSIANO, D. R.; BERTONCINI, B. V.; OLIVEIRA, L. K., **“A Conceptual Model Based on the Activity System and Transportation System for Sustainable Urban Freight Transport”**. *Sustainability*, 2021.

CATAPANG, J. K.; SOLANO, G. A., **A Floyd-Warshall-Based Reoptimization of Q Matrix on the Single DVRPPD with On-Demand Cancellations**. In: *2021 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)*. IEEE, 2021. p. 172-177.

CHABEREK, G., **The Possibility of Reducing Individual Motorised Traffic through the Location of Collection Points Using the Example of Gdańsk, Poland**. *Sustainability*, v. 13, n. 19, p. 10661, Polônia. 2021.

CHE, Z. H.; CHIANG, T. A.; LUO, Y. J., **Multiobjective Optimization for Planning the Service Areas of Smart Parcel Locker Facilities in Logistics Last Mile Delivery**. *Mathematics*, v. 10, n. 3, p. 422, 2022.

CHEN, Yi.; ZHANG, J.; ZENG, Q.; LUO, J., **Equilibrium problem of last mile delivery service choice**. Computer Integrated Manufacturing Systems, v. 22, n. 8, p. 2035-2045, 2016.

CHEN, Y.; HAN, X.; ZENG, Q., **Multi-objective pickup point location problem considering impact of home delivery**. Comput. Intergr. Manuf, v. 11, p. 2679-2690, 2016.

CRAN R PROJECT – **Ferramenta R® e R Studio®**. Disponível em <https://cran.r-project.org>. Acesso em 02/03/2021.

DA SILVA, J. V. S.; DE MAGALHÃES, D. J. A. V.; MEDRADO, L., **Demand analysis for pick-up sites as an alternative solution for home delivery in the Brazilian context**. Transportation Research Procedia, v. 39, p. 462-470, 2019.

DABLANC, L., **Logistics Sprawl and Urban Freight Planning Issues in a Major Gateway City**. EcoProduction, 2013.

DE MIRANDA CASTRO, F. M.; DE ANDRADE SPINOLA, C., **Metodologia de pesquisas na internet: breves considerações sobre uma pesquisa qualitativa em turismo nas redes sociais**. *RITUR-Revista Iberoamericana de Turismo*, 5.1: 170-188, 2015.

DEUTSCH, Y.; GOLANY, B., **A parcel locker network as a solution to the logistics last mile problem**. International Journal of Production Research, v. 56, n. 1-2, p. 251-261, 2018.

DONDO, R.; CERDÁ, J., **A monolithic approach to vehicle routing and operations scheduling of a cross-dock system with multiple dock doors**. Computers & Chemical Engineering, v. 63, p. 184-205, 2014.

DONGXIAO, J.; MING, H.; ZHAO, J.; WUGUO, M., **A Dynamic Price Inference Approach HIVE BOX**. In: Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Computer Science and Artificial Intelligence, p. 338-342. 2019.

DOS SANTOS, E. M.; SÁNCHEZ-DÍAZ, I., **Exploring carriers' perceptions about city logistics initiatives**. Transportation Research Record, v. 2547, n. 1, p. 66-73, 2016.

DURAND, B.; MAHJOUR, S.; SENKEL, M. P., **Delivering to urban online shoppers: The gains from “last-mile” pooling**. In: Supply Chain Forum: An International Journal. Taylor & Francis p. 22-31, 2013.

DUTRA, N. G. S., **O enfoque de City Logistics na distribuição urbana de encomendas**. Florianópolis: UFSC, Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 2004.

E-COMMERCE BRASIL – Transportadora para e-commerce: porque existem poucas no panorama de 2018?. Disponível em <https://www.ecommercebrasil.com.br/artigos/64959/>. Acesso em 07/03/2022.

E-COMMERCE BRASIL – Panorama do e-commerce brasileiro em 2020. Disponível em <https://www.ecommercebrasil.com.br/noticias/e-commerce-brasileiro-vendas-varejo-2020/>. Acesso em 01/06/2021.

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, 2011.

ELSEVIER, **Editorial de conteúdo científico, técnico e médico**. Disponível em <https://www.elsevier.com/pt-br>. Acesso em 05/05/2021.

E-MARKETER, **Global e-commerce uptade 2021**. Disponível em <<https://www.emarketer.com/content/global-ecommerce-update-2021>>. Acesso em 18/05/21.

ENTHOVEN, D. L.; JARGALSAIKHAN, B.; ROODBERGEN, K. J.; UIT HET BROEK, M. A.; SCHROTENBOER, A. H., **The two-echelon vehicle routing problem with covering options: City logistics with cargo bikes and parcel lockers**. Computers & Operations Research, v. 118, p. 104919, 2020.

EPISERVER, **Gerenciamento de conteúdo da web, conteúdo digital e marketing digital. Estudo do panorama do e-commerce em 2020**. Disponível em <<https://www.optimizely.com>>. Acesso em 20/11/2021.

ERDOGAN, S.; MILLER-HOOKS, E., **A green vehicle routing problem**. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review 48, 100–114, 2012.

FALLER, G.; MAUTTONE, A.; PIÑEYRO, P.; GUTIÉRREZ, M., **Optimal location of loading/unloading bays in urban areas, model and case study**. Open Proceedings. 2022.

FAUGÈRE, L.; MONTREUIL, B., **Smart locker bank design optimization for urban omnichannel logistics: Assessing monolithic vs. modular configurations**. Computers & Industrial Engineering, v. 139, p. 105544, 2020.

FAUGÈRE, L.; WHITE, C., III; MONTREUIL, B., **Mobile Access Hub Deployment for Urban Parcel Logistics**. Sustainability, 2020.

FLICK, U., **A pesquisa qualitativa online: a utilização da Internet**. In: Introdução a pesquisa qualitativa, p. 238-253. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FONTES LIMA JÚNIOR, O., **“Inovação Frugal: A Nova Rota da Logística Urbana – Repensando Estratégias e Operações”**. Revista Mundo Logística, v. 23, pp. 24-40, 2011.

FORTALEZA, **Pesquisa Origem-Destino. Plano de Acessibilidade Sustentável de Fortaleza – PASFOR**. Relatório Técnico, (2019).

FORTUNE BUSINESS INSIGHTS, **The global smart parcel locker market is projected to grow from \$718.0 million in 2021 to \$1,630.2 million in 2028 at a CAGR of 12.4% in 2021-2028**. Disponível em <<https://www.fortunebusinessinsights.com/smart-parcel-locker-market-104718>>. Acesso em 23/05/2022.

FRAGOSO, S.; RECUERO, R.; AMARAL, A. **Métodos de pesquisa para a internet**. Porto Alegre: Sulinas, 2013.

FROTA NETO, J. Q., BLOEMHOF-RUWAARD, J. M., J. A. E. E. VAN NUNEN, J. A. E. E., VAN HECK, E., **Designing and evaluating sustainable logistics networks**, International Journal of Production Economics, Volume 111, Issue 2, 2008.

GARVER, M. S.; WILLIAMS, Z.; STEPHEN TAYLOR, G.; WYNNE, W. R., **Modelling choice in logistics: a managerial guide and application**. Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manag. 42, 128–151, 2012.

GATTA, V.; MARCUCCI, E.; NIGRO, M.; SERAFINI, S., **Sustainable urban freight transport adopting public transport-based crowdshipping for B2C deliveries**. European Transport Research Review, v. 11, n. 1, p. 1-14, 2019.

GIUFFRIDA, M.; MANGIARACINA, R.; PEREGO, A.; TUMINO, A., **Home Delivery vs Parcel Lockers: an economic and environmental assessment**. Proceedings of the 21th Summer School Francesco Turco, Naples, Italy, p. 13-15, 2016.

GONZÁLEZ-VARONA, J. M.; VILLAFÁNEZ, F.; ACEBES, F.; REDONDO, A.; POZA, D., **Reusing newspaper kiosks for last-mile delivery in urban areas**. Sustainability, v. 12, n. 22, p. 9770, 2020.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, **Dados populacionais e de segurança pública**. Disponível em <<https://mapas.fortaleza.ce.gov.br/fortaleza-em-bairros/>> e em <<https://www.supesp.ce.gov.br/paineldinamico/>> Acesso em 01/06/2022.

GRIGORAS, R.; BACCOT, B.; CHARVILLAT V., **Intelligence in retail the decision making behind click and collet**. United Kingdom, 2019.

GUNAWAN, H.; KUSUMA A.; ABDULLAH, S., **Parcel locker as the alternative of parcel delivery service of online shopping**. Journal of Computational and Theoretical Nanoscience, v. 17, n. 2-3, p. 1311-1317, 2020.

HAN, A. N. X.; ZHANG, J., **Optimization of differentiated service level for multi-level customers**, v. 20, n. 1, p. 192-203. Tokio, 2020.

HAN, A. N. X.; ZHANG, J.; QIAN, Z. E. N. G., **Multi-level Pickup Point Layout under Cooperative Coverage**. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, v. 19, n. 1, p. 165, 2019.

HAN, X.; WANG, K., **Two-stage Layout Optimization Model for Multi-level Pickup Point**. In: 2018 3rd IEEE International Conference on Intelligent Transportation Engineering (ICITE), p. 6-12. IEEE, 2018.

HAN, X.; WANG, J.; CUI, T., **Service composition in customized Pick-up Point under demand heterogeneity**. Pequim, 2018.

HE, Z., **The challenges in sustainability of urban freight network design and distribution innovations: a systematic literature review**. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, v. 50, n. 6, p. 601-640, 2020.

HE, Z.; HAASIS, H. D., **Integration of urban freight innovations: Sustainable inner-urban intermodal transportation in the retail/postal industry**. Sustainability, v. 11, n. 6, p. 1749, 2019.

HICKS, S., **Urban freight**. In: Hensher, D. (Ed.) Urban Transport Economics. Cambridge University Press, 1977.

HIDEYAMA, S.; PHUNG-DUC, T.; OKADA, Y., **Queueing Analysis of Home Delivery Services with Parcel Lockers**. In: International Conference on Queueing Theory and Network Applications, p. 351-368. Springer, Cham, 2019.

HOFER, K.; FLUCHER, S.; FELLENDORF, M.; SCHADLER, M.; HAFNER, N., **Estimation of Changes in Customer's Mobility Behaviour by the Use of Parcel Lockers**. Transp. Res. Procedia, 2020.

HOLGUIN-VERAS, J.; AMAYA, J.; SÁNCHEZ-DÍAZ, I.; BROWNE, M.; WOJTOWICZ, J., **State of the art and practice of urban freight management Part II: Financials approaches, logistics, and demand management**. Transportation Research Part A Policy and Practice, 2020.

HU, W.; DONG, J.; HWANG, B. G.; REN, R.; CHEN, Z., **A Scientometrics Review on City Logistics Literature: Research Trends, Advanced Theory and Practice**. Sustainability. 2019.

HUANG, W.; CHEN, Q., **Study on the Profit Model in the E-commerce. Modern Management based on Big Data I**: Proceedings of MMBD, 2020.

IANNACCONE, G.; MARCUCCI, E.; GATTA, V., **What Young E-Consumers Want? Forecasting Parcel Lockers Choice in Rome**. Logistics, v. 5, n. 3, p. 57, 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Dados estimados da população brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html?utm_source=portal&utm_medium=popclock&utm_campaign=novo_popclock>. Acesso em: 29/03/2022.

IGNAT, B.; CHANKOV, S., **Do e-commerce customers change their preferred last-mile delivery based on its sustainability impact?**. The International Journal of Logistics Management, 2020.

INPOST, **Empresa prestadoras de serviços logísticos da organização**. Integer Group Services Sp. Disponível em <<https://inpost.pl/en>>. Acesso em 06/04/2022.

INSTITUTO LOCOMOTIVA & PWC BRASIL, **Estudo sobre a Acessibilidade da população brasileira à internet**. Disponível em <<https://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2022/03/21/mais-de-33-milhoes-de-brasileiros-nao-tem-acesso-a-internet-diz-pesquisa.ghtml>>. Acesso em 01/07/2022.

ITS – INSTITUTO DE TECNOLOGIA E SOCIEDADE DO RIO & IBOPE INTELIGÊNCIA, **Pesquisa: Mudança climáticas na percepção dos brasileiros em 2020**. Disponível em <https://itsrio.org/wp-content/uploads/2022/04/Apresentação-IBOPE_FINAL.pptx.pdf>. Acesso em 23/04/2022.

IVANOV, D., **Supply chain simulation and optimization with anyLogistix**. 5th, updated edition, Berlin School of Economics and Law, 2021.

JI, S. F.; LUO, R. J.; PENG, X. S., **A probability guided evolutionary algorithm for multi-objective green express cabinet assignment in urban last-mile logistics**. International Journal of Production Research, v. 57, n. 11, p. 3382-3404, 2019.

JIANG, L.; ZANG, X.; DONG, J.; Liang, C., **A covering traveling salesman problem with profit in the last mile delivery**. Optimization Letters, v. 16, n. 1, p. 375-393, 2022.

JIANG, L.; CHANG, H.; ZHAO, S.; DONG, J.; LU, W., **A travelling salesman problem with carbon emission reduction in the last mile delivery**. IEEE Access, v. 7, p. 61620-61627, 2019.

KATSELA, K.; PÅLSSON, H.; IVERNÅ, J., **Environmental impact and costs of externalities of using urban consolidation centres: a 24-hour observation study with modelling in four scenarios**. International Journal of Logistics Research and Applications, p. 1-22, 2021.

KAWA, A.; PIERAŃSKI, B., **Green logistics in e-commerce**. LogForum, v. 17, n. 2, 2021.

KEELING, K. L.; SCHAEFER, J. S.; FIGLIOZZI, M. A., **Accessibility and Equity Analysis of Transit Facility Sites for Common Carrier Parcel Lockers**. Transportation Research Record, v. 2675, n. 12, p. 1075-1087, 2021.

KIBA-JANIAK, M.; MARCINKOWSKI, J.; JAGODA, A.; SKOWRONSKA, A., **Sustainable last mile delivery on e-commerce market in cities from the perspective of various stakeholders. Literature review**. Sustainable Cities and Society, v. 71, p. 102984, 2021.

KIM, J.; XU, M.; KAHHAT, R.; ALLENBY, B.; WILLIAMS, E., **Design and assessment of a sustainable networked system in the US; Case study of book**

delivery system. In: 2008 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, p. 1-5. IEEE, 2008.

KROES, E. P.; SHELDON, R. J. **Stated preference methods. An introduction.** Journal of Transport Economics and Policy, v. 22, n. 1, p. 11-25, 1988.

KUNYTSKA, O.; Comi, A.; DANCHUK, V.; VAKULENKO, K.; YANISHEVSKYI, S., **Optimizing Last Mile Delivering Through the Analysis of Shoppers' Behaviour.** In: Decision Support Methods in Modern Transportation Systems and Networks. Springer, p. 129-147. Cham, 2021.

LACHAPELLE, U.; BURKE, M.; BROTHERTON, A.; LEUNG, A., **Parcel locker systems in a car dominant city: Location, characterisation and potential impacts on city planning and consumer travel access.** Journal of Transport Geography, v. 71, p. 1-14, 2018.

LAFKIHI, M.; PAN, S.; BALLOT, E., **Freight transportation service procurement: A literature review and future research opportunities in omnichannel E-commerce.** Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2019.

LAGORIO, A.; PINTO, R., **The parcel locker location issues: An overview of factors affecting their location.** In: Proceedings of the 8th International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain: Interconnected Supply Chains in an Era of Innovation, p. 414-421. ILS, 2020.

LAI, P. L.; JANG, H.; FANG, M.; PENG, K., **Determinants of customer satisfaction with parcel locker services in last-mile logistics.** The Asian Journal of Shipping and Logistics, v. 38, n. 1, p. 25-30, 2022.

LEE, H.; CHEN, M.; PHAM, H. T.; CHOO, S., **Development of a decision-making system for installing unmanned parcel lockers: Focusing on residential complexes in Korea.** KSCE Journal of Civil Engineering, v. 23, n. 6, p. 2713-2722, 2019.

LEMARDELÉ, C.; ESTRADA, M.; PAGÉS, L.; BACHOFNER, M., **Potentialities of drones and ground autonomous delivery devices for last-mile logistics.** Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, v. 149, p. 102325, 2021.

LEMKE, J.; IWAN, S.; KORCZAK, J., **Usability of the parcel lockers from the customer perspective—the research in Polish Cities.** Transportation Research Procedia, v. 16, p. 272-287, 2016.

LI, Z.; MAO, X., **Location and assignment problem of Pick-up Points under multiple types of demands.** Tóquio, 2018.

LIN, L.; HAN, H.; YAN, W.; NAKAYAMA, S.; SHU, X., **Measuring spatial accessibility to pick-up service considering differentiated supply and demand: A case in Hangzhou, China.** Sustainability, v. 11, n. 12, p. 3448, 2019.

- LIN, Y.; WANG, Y.; LEE, L. H.; CHEW, E. P., **Profit-maximizing parcel locker location problem under threshold Luce model**. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, v. 157, p. 102541, 2022.
- LINDHOLM, M., **How local authority decision makers address freight transport in the urban area**. *Procedia — Social and Behavioral Sciences*, 39, 134–145, 2012.
- LIU, D.; DENG, Z.; ZHANG, W.; WANG, Y.; KAISAR, E. I., **Design of sustainable urban electronic grocery distribution network**. *Alexandria Engineering Journal*, v. 60, n. 1, p. 145-157, 2021.
- LOUREIRO, S. A., **Análise dos impactos dos arranjos relacionais em transporte por modelo multiagentes**. Tese na Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP, 2014.
- LUO, R.; JI, S.; JI, Y., **An active-learning Pareto evolutionary algorithm for parcel locker network design considering accessibility of customers**. *Computers & Operations Research*, v. 141, p. 105677, 2022.
- MANCINI, S.; GANSTERER, M., **Vehicle routing with private and shared delivery locations**. *Computers & Operations Research*, v. 133, p. 105361, 2021.
- MANGIARACINA, R.; MARCHET, G.; PEROTTI, S.; TUMINO, A., **A review of the en-vironmental implications of B2C e-commerce: A logistics perspective**. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2015.
- MANGIARACINA, R.; PEREGO, A.; SEGHEZZI, A.; TUMINO, A., **“Innovative Solutions to Increase Last-Mile Delivery Efficiency in B2C e-Commerce: a Literature Review”**. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 49 (9): 901–920. doi:10.1108/IJPDLM-02-2019-0048, 2019.
- MANIVANNAN, S.; PEGDEN, C. D., **A rule-based simulator for modeling Just-in-Time manufacturing systems (JITSAI)**. *SIMULATION*, 55(2), 109–117, 1990.
- MARCUCCI, E.; GATTA, V.; LE PIRA, M., **Behavioral Research in Freight Transport**. In: Vickerman, Roger (eds.) *International Encyclopedia of Transportation*. vol. 3, pp. 242-246. UK: Elsevier Ltd, 2021.
- MARCYSIAK, A., **Customer service quality management on the courier services market**. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, v. 9, n. 1, p. 190, 2021.
- MARIA, O.; GIOVANNI, Z.; ALBERTO, D., **Automated Parcel Lockers location problem a numerical experiment for Turins urban area**. Italy, 2020.
- MAYO, D. D.; WICHMANN, K. E., **Tutorial on business and market modeling to aid strategic decision making: system dynamics in perspective and selecting appropriate analysis approaches**. In: CHICK, S.; SÁNCHEZ, P. J., et al, *Winter Simulation Conference*, 2003.

MCKINNON, A.; BROWNE, M.; PIECYK, M.; WHITEING, A., **Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics**. Kogan Page: London, UK, 2015.

MEHMOOD, M. S.; LI, G.; JIN, A.; REHMAN, A.; WIJERATNE, V. P. I. S.; ZAFAR, Z.; ...; KHAN, F. A., **The spatial coupling effect between urban street network's centrality and collection & delivery points: A spatial design network analysis-based study**. Plos one, v. 16, n. 5, p. e0251093, 2021.

MERCEDES-BENZ, **Manual do proprietário do veículo Acello 815, ano de 2016**. Disponível em < <https://www.mercedes-benz-trucks.com.br/caminhoes/acelo/acelo-815-4x2-plataforma>. Acesso em 13/12/2021.

MERKERT, R.; BLIEMER, M. C. J.; FAYYAZ, M., **Consumer preferences for innovative and traditional last-mile parcel delivery**. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 2022.

MILEWSKI, D.; MILEWSKA, B., **The Energy Efficiency of the Last Mile in the E-Commerce Distribution in the Context the COVID-19 Pandemic**. Energies, v. 14, n. 23, p. 7863, 2021.

MIN, H., **The multiple vehicle routing problem with simultaneous delivery and pick-up points**. Transportation Research Part A: General, 1989.

MITREA, I. A.; ZENEZINI, G.; DE MARCO, A.; OTTAVIANI, F. M.; DELMASTRO, T.; BOTTA, C., **Estimating e-Consumers' Attitude Towards Parcel Locker Usage**. In: 2020 IEEE 44th Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC) p. 1731-1736. IEEE, 2020.

MOHAMED, E.; NDIAYE, M., **Optimal routing and scheduling in e-commerce logistics using crowdsourcing strategies**. In: 2018 7th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM), p. 248-253. IEEE, 2018.

MORGANTI, E.; DABLANC, L., **Recent innovation in last mile deliveries**. In: Non-technological innovations for sustainable transport. Springer, p. 27-45. Cham, 2014.

MORGANTI, E.; DEBLANC, L.; FORTIN, F., **"Final deliveries for online shopping: The deployment of pickup point networks in urban and suburban areas"**, Research in Transportation Business & Management. RTBM – 00127, 2014.

MORIKAWA, T., **Incorporating stated preference data in travel demand analysis**. Tese de Doutorado. Massachusetts Institute of Technology, 1989.

MOROZ, M.; POLKOWSKI, Z., **The last mile issue and urban logistics: choosing parcel machines in the context of the ecological attitudes of the Y generation consumers purchasing online**. Transportation Research Procedia, v. 16, p. 378-393, 2016.

MOYA-MARTÍNEZ, A.; LANDETE, M.; FRANCISCO, J., **A Facility Location Problem with Transhipment points**. In: X International Workshop on Locational Analysis and Related Problems, p. 61. 2020.

NA, N., **Queueing theory and network application to parcel lockers**. Texas, 2019.

NA, N., **Texaco inks deal with ups for parcel pickup at CStores**. 2019.

NAHRY, N.; VILARDI, A. F., **Consumer's point of view on parcel lockers in DKI Jakarta**. In: MATEC Web of Conferences, p. 03003. EDP Sciences, 2019.

NEWLOGIX. **The last mile war – how to use new technologies to establish market position**. PostExpo 2002 - Intelligent pick-up solutions. Technology Workshop, 2002. Disponível em <http://us.cgey.com/ind_serv/industry/cprd/speech_Matthias.pdf>. Acesso em: 02/09/2020.

NGUYEN, T.; BEKTAXK, T.; CHERRETT, T. J.; MCLEOD, F. N.; ALLEN, J.; BATES, O.; PIOTROWSKA, M.; PIECYK, M.; FRIDAY, A.; WISE, S., **Optimising parcel deliveries in London using dual-mode routing**. J Oper. Res. Society, 70:998–1010, 2019.

NIELSENIQ | EBIT WEB. **Webshoppers 45º Edição**, versão free. Disponível em <<https://company.ebit.com.br/webshoppers/webshoppersfree>>. Acesso em 17/05/22.

NIKISHKIN, V.; TSIMBAEV, V., **Impact of digitalization on the image and overall number of visitors of shopping centers**. Glob Chall of Digit Transform of Mark, 2021.

NORTH, M. J.; MACAL, C. M. **Managing business complexity: discovering strategic solutions with agent-based modeling and simulation**. New York: Oxford University Press, 2007.

OLIVEIRA, L. K.; MORGANTI, E.; DABLANC, L.; DE OLIVEIRA, R. L. M., **Analysis of the potential demand of automated delivery stations for e-commerce deliveries in Belo Horizonte**, Brazil. Research in Transportation Economics, v. 65, p. 34-43, 2017.

OLIVEIRA, L. K.; ASSUNÇÃO, D.; LOPES, G.; DINIZ, L.; SANTOS, O.; SOUZA, S., **Análise da adesão da população de belo horizonte às estações de entrega automática para produtos do comércio eletrônico**. XXIX Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (ANPET), Ouro Preto, 2015.

OLIVEIRA, L. K.; OLIVEIRA, R. C. L.; SOUSA, L. T. M.; CALIARI, I. P.; NASCIMENTO C. O. L., **Analysis of accessibility from collection and delivery points: towards the sustainability of the e-commerce delivery**. Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, [S.L.], v. 11, jan. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20190048>. 2019.

ONU, Organização das Nações Unidas, **Relatório do Desenvolvimento Humano 2014**. Sustentar o progresso humano: reduzir as vulnerabilidades e reforçar a resiliência. New York: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2014.

OOI, J. Z.; TAN, C. C., **Smart Modular Parcel Locker System using Internet of Things (IoT)**. In: 2021 IEEE 11th International Conference on System Engineering and Technology (ICSET). IEEE, 2021. p. 66-71.

ORENSTEIN, I.; RAVIV, T.; SADAN, E., **Flexible parcel delivery to automated parcel lockers models solution methods and analysis**. Tel Aviv, 2019.

O'RIORDAN, S.; FELLER, J.; NAGLE, T., **The Impact of Social Network Sites on the Consumption of Cultural Goods'**. ECIS 2011: The 19th European Conference on Information Systems, Aalto University School of Economics, Helsinki, Finland, 2011.

ORTÚZAR, J. D.; WILLUNSE, L. G. **Modelling Transport**. John Wiley & Sons Ltd. The Atrium, Chichester, West Sussex. United Kingdom, 2011.

ÖZARIK, S. S.; VEELTURF, L. P.; WOENSEL, T. V.; LAPORTE, G., **Optimizing e-commerce last-mile vehicle routing and scheduling under uncertain customer presence**. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Volume 148, 2021.

PAN, S.; ZHANG, L.; THOMPSON, R. G.; GHADERI, H., **A parcel network flow approach for joint delivery networks using parcel lockers**. International Journal of Production Research, v. 59, n. 7, p. 2090-2115, 2021.

PENG, Z.; AL CHAMI, Z.; MANIER, H.; MANIER, M. A., **A hybrid particle swarm optimization for the selective pickup and delivery problem with transfers**. Engineering Applications of Artificial Intelligence, v. 85, p. 99-111, 2019.

PEPPEL, M.I; SPINLER, S., **The impact of optimal parcel locker locations on costs and the environment**. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, n. ahead-of-print, 2022.

PETTERSSON, F.; HISELIUS, L. W.; KOGLIN, T., **E-commerce and urban planning—Comparing knowledge claims in research and planning practice**. Urban Plan. Transp. Res. 6, 1–21, 2018.

PHAM, H.T.; LEE, H., **Analyzing the costs and benefits of installing unmanned parcel lockers: focusing on residential complexes in Korea**. Journal of International Logistics and Trade, v. 17, n. 2, p. 43-54, 2019.

PINHEIRO, A. S. V. R. M., **Logística urbana: Desafios e Inovação. Lisboa, Portugal: U Lisboa**, 2016. V p. Tese (Mestrado) – Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2016.

PRANDTSTETTER, M.; SERAGIOTTO, C.; BRAITH, J.; EITLER, S.; ENNSER, B.; HAUGER, G.; ...; STEINBAUER, M., **On the Impact of Open Parcel Lockers on Traffic**. *Sustainability* 2021, 13, 755. 2021.

PRONELLO, C.; CAMUSSO, C.; VALENTINA, R., **ScienceDirect Last mile freight distribution and transport operators' needs: which targets and challenges?** *Transportation Research Procedia*, 25(0), 888–899, 2017.

QUAK, H. J., **Sustainability of urban freight transport: Retail distribution and local regulations in cities**. Unpublished doctoral dissertation, Erasmus University Rotterdam, Rotterdam, Netherlands, 2009.

QUAK, H. J.; DE KOSTER, R., **Delivering goods in urban areas: How to deal with urban policy restrictions and the environment?** *Transportation Sci.* 43:211–227, 2009.

QUAK, H., **Urban freight transport: the challenge of sustainability**. In: Macharis, C., Melo, S. (Eds.), *City Distribution and Urban Freight Transport: Multiple Perspectives*. Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham, UK, pp. 37–55, 2011.

QUINTANA, M. P. G. A.; BENITEZ, E. O.; GONZALEZ, S. A. P.; DEL CASTILLO, A. L. M. G.; VEGA, R. M., **An application of routing models for PET pickup for recycling**. In: IIE Annual Conference. Proceedings. Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE), 2013. p. 1.

RASINI, M.; AGATZ, N.; TAPPIA, E., **Anticipatory shipment for pickup point supply**. *Omega*, v. 93, p. 102089, 2020.

RABE, M.; GONZALEZ-FELIU, J.; CCHICAIZA-VACA, J.; TORDECILLA, R. D., **Simulation-optimization approach for multi-period facility location problems with forecasted and random demands in a last-mile logistics application**. *Algorithms*, v. 14, n. 2, p. 41, 2021.

RABE, M. CCHICAIZA-VACA, J.; TORDECILLA, R. D.; JUNA, A. A., **A simulation-optimization approach for locating automated parcel lockers in urban logistics operations**. In: 2020 Winter Simulation Conference (WSC), p. 1230-1241. IEEE, 2020.

REDI, A. P.; JEWpanya, P.; KURNIAWAN, A. C.; PERSADA, S. F.; NADLIFATIN, R.; DEWI, O. A. C., **A simulated annealing algorithm for solving two-echelon vehicle routing problem with locker facilities**. *Algorithms*, v. 13, n. 9, p. 218, 2020.

RONDINELLI, D. A.; BERRY, M. A., **Environmental citizenship in multinational corporations: social responsibility and sustainable development**. *European Management Journal*, 2000.

ROSENBERG, L. N.; BALOUKA, N.; HERER, Y. T.; DANI, E.; GASPARIN, P.; DOBERS, K.; RÜDIGER, D.; PÄTTINIEMI, P.; PORTHEINE, P.; VAN UDEN, S., **Introducing the Shared Micro-Depot Network for Last-Mile Logistics**. *Sustainability*, 2021.

ROSSOLOV, A., **A last-mile delivery channel choice by E-shoppers: assessing the potential demand for automated parcel lockers**. *International Journal of Logistics Research and Applications*, p. 1-23, 2021.

ROVAI, A. P.; BAKER, J. D.; PONTON, M. K., **Social Science Research Design and Statistics: A Practitioner's Guide to Research Methods and IBM SPSS Analysis**, 2014.

SAAD, S.; BAHADORI, R., **Sustainability evaluation of last mile food delivery: Pickup point using lockers versus home delivery**. In: *International Food Operations and Processing Simulation Workshop, FoodOPS 2018*, p. 37-42. CAL-TEK Srl, 2018.

SALAMON, T. **Design of Agent-based Models: Developing Computer Simulations for a Better Understanding of Social Processes**. Tomáš Bruckner, 2011.

SANCHES, L. M., **Análise do acúmulo da demanda logística no final do período de comercialização: um modelo de dinâmica de sistema para o setor de bens de consumo brasileiro**. Tese na Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP, 2009.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B., **Tipos de Pesquisa**. In: *Metodologia da Pesquisa*. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

SAVELSBERGH, M.; WOENSEL, T. V., **50th Anniversary Invited Article—City Logistics: Challenges and Opportunities**. *Transportation Science*, 2016.

SCHAEFER, J. S.; FIGLIOZZI, M. A., **Spatial accessibility and equity analysis of Amazon parcel lockers facilities**. *Journal of Transport Geography*, v. 97, p. 103212, 2021.

SCHNIEDER, M.; HINDE, C.; WEST, A., **Combining parcel lockers with staffed collection and delivery points: An optimization case study using real parcel delivery data (London, UK)**. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, v. 7, n. 3, p. 183, 2021.

SCHNIEDER, M.; HINDE, C.; WEST, A., **Sensitivity analysis of emission models of parcel lockers vs. home delivery based on HBEFA**. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 12, p. 6325, 2021.

SCHNIEDER, M.; WEST, A. A., **Comparison of Time-Area Requirements of Parcel Lockers vs. Home Delivery: A Cyber-Physical System of Last Mile Delivery**. In: *2020 Forum on Integrated and Sustainable Transportation Systems (FISTS)*, p. 298-303. IEEE, 2020.

SCHWERDFEGER, S.; BOYSEN, N., **Optimizing the changing locations of mobile parcel lockers in last-mile distribution**. *Europe J. Operation Res.* 285:1077–1094, 2020.

SEGHEZZI, A.; SIRAGUSA, C.; MANGIARACINA, R., **Parcel lockers vs. home delivery: a model to compare last-mile delivery cost in urban and rural areas**. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 2022.

SEGHEZZI, A.; MANGIARACINA, R.; TUMINO A.; PEREGO A., **'Pony express' crowdsourcing logistics for last-mile delivery in B2C e-commerce: an economic analysis**. International Journal of Logistics Research and Applications, DOI: 10.1080/13675567.2020.176642, 2020.

ŠELMIĆ, M.; NIKOLIĆ, M.; ČUPIĆ, A., **Postboxes quantitative optimization model**. Sustainability, v. 12, n. 5, p. 1945, 2020.

SERRANO-HERNANDEZ, A.; MARTINEZ-ABAD, S.; BALLANO, A.; FAULIN, J.; RABE, M.; CHICAIZA-VACA, J., **A hybrid modeling approach for automated parcel lockers as a last-mile delivery scheme: a case study in Pamplona (Spain)**. In: 2021 Winter Simulation Conference (WSC), p. 1-12. IEEE, 2021.

SHIN, H. S.; CENTER, E., **Innovative Methods for Delivering Fresh Foods to Underserved Populations**. 2021.

SIMONI, M. D.; BUJANOVIC, P.; BOYLES, S. D.; KUTANOGLU, E., **Urban consolidation solutions for parcel delivery considering location, fleet and route choice**. Case Studies on Transport Policy, v. 6, n. 1, p. 112-124, 2018.

SIMIĆ, V.; LAZAREVIĆ, D.; DOBRODOLAC, M., **Picture fuzzy WASPAS method for selecting last-mile delivery mode: a case study of Belgrade**. European Transport Research Review, v. 13, n. 1, p. 1-22, 2021.

SIRAGUSA, C.; SEGHEZZI, A.; TUMINO, A.; MANGIARACINA, R., **Assessing the impact of B2C e-commerce in the apparel industry: a logistics perspective**. In: Adapting to the Future: Maritime and City Logistics in the Context of Digitalization and Sustainability. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL), Vol. 32, p. 571-597. Berlin: epubli GmbH, 2021.

SITEK, P.; WIKAREK, J.; RUTCZYNSKA-WDOWIAK, K.; BOCEWICZ, G.; BANASZAK, Z., **Optimization of capacitated vehicle routing problem with alternative delivery, pick-up and time windows: A modified hybrid approach**. Neurocomputing, v. 423, p. 670-678, 2021.

SITEK, P.; WIKAREK, J.; RUTCZYNSKA-WDOWIAK, K., **Capacitated vehicle routing problem with pick-up, alternative delivery and time windows (CVRPPADTW): a hybrid approach**. In: International Symposium on Distributed Computing and Artificial Intelligence. Springer, p. 33-40. Cham, 2020.

SITEK, P.; WIKAREK, J., **Capacitated vehicle routing problem with pick-up and alternative delivery (CVRPPAD): model and implementation using hybrid approach**. Annals of Operations Research, v. 273, n. 1, p. 257-277, 2019.

SOHAIB, O.; KANG, K.; MILISZEWSKA, I., **Uncertainty avoidance and consumer cognitive innovativeness in E-commerce**. Journal of Global Information Management, 27(2), 59–77, 2019.

SPENDINGPULSE - Index de levantamento de dados nacional do setor e-commerce no ano de 2021. Disponível <<https://www.mastercard.com/news/latin-america/pt-br/noticias/comunicados-de-imprensa/pr-pt/2021/fevereiro/e-commerce-brasileiro-registrou-75-de-expansao-em-2020-indica-mastercard-spendingpulse/>> Acesso em 24/05/2022.

SRINIVAS, S. S.; MARATHE, R. R., **Moving towards “mobile warehouse”: Last-mile logistics during COVID-19 and beyond**. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, Volume 10, 100339, ISSN 2590-1982, 2021.

STEADIE SEIFI, M.; DELLAERT, N.; NUIJTEN, W.; WOENSEL, T. V.; RAOUFI, R., **Multimodal freight transportation planning: a literature review**. Euro. J. Oper. Res. 233, 1–15, 2014.

TAKADA, Y.; SHIMAZAKI, M.; HU, Y.; YAGUIRA, M., **Efficient algorithms for optimal pickup-point selection in the selective pickup and delivery problem with time-window constraints**. Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, v. 14, n. 5, p. JAMDSM0074-JAMDSM0074, 2020.

TANG, Y. M.; CHAU, K. Y.; XU, D.; LIU, X., **Consumer perceptions to support IoT based smart parcel locker logistics in China**. Journal of Retailing and Consumer Services, v. 62, p. 102659, 2021.

TANIGUCHI, E.; KAKIMOTO, Y., **Modelling effects of e-commerce on urban freight transport**. In: **Logistics systems for sustainable cities**. Emerald Group Publishing Limited, 2004.

TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R. G.; QURESHI, A. G., **Modelling city logistics using recent innovative technologies**. Transportation Research Procedia, Volume 46, 2020.

TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R. G.; YAMADA, T.; VAN DUIN, R., **"Modelling City Logistics", City Logistics**. Emerald Group Publishing Limited, Bingley, pp. 17-47, 2001.

TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R. G.; YAMADA, T., **Recent Trends and Innovations in Modelling City Logistics**. Procedia - Social and Behavioral Sciences n°125 p. 4 – 14 8th International Conference on City Logistics, 2014.

TEIXEIRA, C. A., **Aplicação do método bottom-up para estimativa de usos finais de energia elétrica no setor residencial brasileiro**. 2020.

TRAPPEY, A.; TRAPPEY, C.; WANG, J.; LEE, W., **Omni-channel sales and smart logistic service framework - As-is and to-be paradigms**. Advances in Transdisciplinary Engineering, 5, 84-93, 2017.

TSAI, Y. T.; TIWASING, P., **Customers intention to adopt smart lockers in last-mile delivery service: A multi-theory perspective**. *Journal of Retailing and Consumer Services*, v. 61, p. 102514, 2021.

TSENG, Y. Y.; YUE, W. L.; TAYLOR, M. A. P., **The role of transportation in logistics chain**. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* 5, 1657–1672, 2005.

TRIOLA, M. F., **Introdução à estatística**. Tradução e revisão técnica de Ana Maria Lima de Farias e Vera Regina Lima de Farias e Flores. 12ª edição, Rio de Janeiro. LTC, 2017.

VAKULENKO, Y.; HELLSTROM, D.; HJORT, K., **What's in the parcel locker? Exploring customer value in e-commerce last mile delivery**. *Journal of Business Research*, 2018.

VAN DUIN, J. H. R.; ENSERINK, B.; DALEMAN, J. J.; & VAANDRAGER, M., **The near future of parcel delivery: Selecting sustainable alternatives for parcel delivery**. In: *Sustainable City Logistics Planning: Methods and Applications*. Volume 3, p. 219-252. Nova Science Publishers, 2019.

VAN LOON, P.; DEKETELE, L.; DEWAELE, J.; MCKINNON, A.; RUTHERFORD, C., 2015. **A comparative analysis of carbon emissions from online retailing of fast-moving consumer goods**. *J. Clean. Prod.* 106, 478–486, 2015.

VINCENT, F. Y.; SUSANTO, H.; JODIAWAN, P.; HO, T. W.; LIN, S. W.; HUANG, Y. T., **A simulated annealing algorithm for the vehicle routing problem with parcel lockers**. *IEEE Access*, v. 10, p. 20764-20782, 2022.

VISSER, J.; NEMOTO, T.; BROWNE, M., **Home Delivery and the Impacts on Urban Freight Transport: A Review**. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 125, 2014.

WANG, X.; ZHAN, L.; RUAN, J.; ZHANG, J., **“How to choose ‘last mile’ delivery modes for E-fulfillment”**. *Mathematical Problems in Engineering*, Vol. 2014, 2014.

WANG, X.; YUEN, K. F.; WONG, Y. D.; TEO, C. C., **E-consumer adoption of innovative last-mile logistics services: A comparison of behavioural models**. *Total Quality Management & Business Excellence*, 2020.

WANG, Y.; BI, M.; LAI, J.; CHEN, Y., **Locating movable parcel lockers under stochastic demands**. *Symmetry*, v. 12, n. 12, p. 2033, 2020.

WANG, X.; WONG, Y. D.; TEO, C. C.; YUEN, K. F.; LI, K. X., **Decomposing service conveniences in self-collection: An integrated application of the SERVCON and Kano models**. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2019.

- WELTEVREDEN, J. W. J., **B2c e-commerce logistics: The rise of collection-and-delivery points in The Netherlands**. International Journal of Retail & Distribution Management, 2008.
- WRÓBEL-JĘDRZEJEWSKA, M.; POLAK, E., **The operation analysis of the innovative mailbox food storage device**. Applied Sciences, v. 11, n. 16, p. 7682, 2021.
- XU, J.; CHENG, C., **“Uncertainty Avoidance, Individualism and the Readiness of Business-to-Consumer E-commerce”**. The Journal of Asian Finance, Economics and Business, vol. 8, no. 1, pp. 791–801, 2021.
- XU, J. J.; LIU, X., **A quantitative investigation of exit intension of public pickup points**. Journal of Interdisciplinary Mathematics, v. 21, n. 5, p. 1151-1156, 2018.
- XU, J.; JIANG, L., **Customer choice features for self-pickup service an empirical study on Chinese etailing market**. Anqing Normal University, 2014.
- YANG, G.; HUANG, Y.; FU, Y.; HUANG, B.; SHENG, S.; MAO, L.; ...; YIN, Q., **Parcel locker location based on a bilevel programming model**. Mathematical Problems in Engineering, v. 2020, 2020.
- YANG, H.; HUANG, J.; LIU, D., **“Linking climate change and socioeconomic development to urban land use simulation: Analysis of their concurrent effects on carbon storage”**. Applied Geography. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622819301201?via%3Dihub>, 2020.
- YANG, Z.; CHEN, X.; PAN, R.; YUAN, Q., **Exploring location factors of logistics facilities from a spatiotemporal perspective: A case study from Shanghai**. Journal of Transport Geography, v. 100, p. 103318, 2022.
- YU, H.; LUO, X., **Minimizing latency in online pickup and delivery problem with single pickup point**. In: 2019 international conference on industrial engineering and systems management (IESM), p. 1-6. IEEE, 2019.
- YU, V. F.; SUSANTO, H.; YEH, Y. H.; LIN, S. W.; HUANG, Y.T., **The Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery and Parcel Lockers**. Mathematics, v. 10, n. 6, p. 920, 2022.
- YU, Y.; LIAN, F.; YANG, Z., **Pricing of parcel locker service in urban logistics by a TSP model of last-mile delivery**. Transport Policy, v. 114, p. 206-214, 2021.
- ZENEZINI, G.; LAGORIO, A.; PINTO, R.; DE MARCO, A.; GOLINI, R., **The collection-and-delivery points implementation process from the courier, express and parcel operator’s perspective**. IFAC-PapersOnLine, v. 51, n. 11, p. 594-599, 2018.
- ZENG, W.; XIA, Y.; QI, M., **Truck Departure Optimization from Distribution Center to Parcel Locker with Stochastic Demand Arrival**. In: 2021 IEEE

International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), p. 683-687. IEEE, 2021.

ZHANG, L.; MATTEIS, T.; THALLER, C.; LIEDTKE, G., **Simulation-based assessment of cargo bicycle and pick-up point in urban parcel delivery**. Procedia computer science, v. 130, p. 18-25, 2018.

ZHANG, R.; LU, X., **Research on the Influencing Factors of Package Storage Time in the Parcel Lockers Based on User Classification**. In: 2020 6th International Conference on Information Management (ICIM), p. 215-222. IEEE, 2020.

ZHENG, Z.; MORIMOTO, T.; MURAYAMA, Y., **Optimal location analysis of delivery parcel-pickup points using AHP and network huff model: A case study of shiweitang sub-district in Guangzhou city, China**. ISPRS International Journal of Geo-Information, v. 9, n. 4, p. 193, 2020.

ZHOU, X.; XU, M.; LYU Q.; LI, D., **Location routing problem of Pick-up Point based on administrative address of customer points**. Pequim, 2019.

ZHOU, X.; XU, M.; LYU Q., **Pick-up Point gradual covering location model based on customer points distribution**. Pequim, 2018.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO EXPLORATÓRIO









Section 1 of 8

Pesquisa sobre comércio online e uso de Pickup Points e Parcel Lockers (Armários de Coleta)

Prezado(a) entrevistado(a),

Esta pesquisa tem como principal objetivo de levantar o perfil de consumidores do comércio online e a disposição para utilização de Armários para recebimento dos produtos. A pesquisa é de livre participação e não há necessidade de identificação do respondente.

Os Pickup Points consistem em locais no qual consumidor poderá retirar seus produtos adquiridos por meio online. Esses pontos são localizados em lugares com fácil acesso e segurança. O serviço Pickup Points proporciona uma alternativa às entregas e proporciona economia e sustentabilidade ambiental para a cadeia do Transporte Urbano de Cargas. Também é atraente para as situações em que não há na residência alguém para receber os produtos.

Esta pesquisa está sendo realizada pelo estudante de pós-graduação Francisco José Pinheiro Santos como um dos tópicos em desenvolvimento da dissertação de Mestrado em Transportes na Engenharia Civil na Universidade Federal do Ceará.

A pesquisa é composta por três sessões e sua participação será de grande importância:

- 1 - Perfil socioeconômico do consumidor;
- 2 - Perfil de compras online dos entrevistados e conhecimento destes sobre Pickup Points e Parcel Lockers;
- 3 - Preferências de escolha de método de entrega dos consumidores com a disponibilização de Pickup Points e Parcel Lockers pelo comércio varejista online.

Modelos de “Parcel Lockers” (imagem à esquerda) e “Pickup Points” (imagem à direita)




Características Funcionais e desempenho dos Pickup Points e Parcel Lockers

- Usualmente possui funcionamento 24 horas por dia, 7 dias por semana;
- Segurança;
- Redução no custo de frete;
- Redução no tempo em que o produto estará disponível ao comprador;
- Notificação de entrega; e
- Acesso fácil.

After section 1 Continue to next section



Section 2 of 8

Perfil Socioeconômico



Essa primeira etapa do questionário tem por objetivo conhecer o perfil socioeconômico dos entrevistados

1.1. Sexo *

- Masculino
- Feminino
- Prefiro não declarar

1.2. Qual sua faixa de idade? *

- 15 - 19 anos
- 20 - 24 anos
- 25 - 29 anos
- 30 - 39 anos
- 40 - 49 anos
- 50 - 59 anos
- 60 - 69 anos
- Acima de 69 anos

1.3. Renda Mensal Familiar *

- Até R\$ 596,20
- Entre R\$ 596,21 e R\$ 1.192,410
- Entre R\$ 1.192,41 e R\$ 2.384,80
- Entre R\$ 2.384,81 e R\$ 5.962,00
- Entre R\$ 5.962,01 e R\$ 11.924,00
- Entre R\$ 11.924,01 e R\$ 23.848,00
- Acima de R\$ 23.848,00

After section 2 Continue to next section



Section 3 of 8

Consumo de Internet

Nessa sessão iremos levantar público que já realizou compras por internet

2.1. Já realizou alguma compra online (seja usando site ou aplicativo)? *

Sim

Não

After section 3 Continue to next section

Section 4 of 8

Perfil e Preferências de Consumo



Nessa sessão queremos identificar seu perfil de compras online e preferências de atributos no momento de escolha do processo de recebimento do produto.

3.1. Se a resposta for sim a pergunta anterior, com qual frequência você realiza compras online? *

- Diariamente
- Semanalmente
- Quinzenalmente
- Mensalmente
- Semestralmente
- Anualmente

3.2. Qual é o valor médio das compras online que você costuma realizar? *

- Até R\$ 50,00
- Entre R\$ 50,01 até R\$ 100,00
- Entre R\$ 100,01 até R\$ 500,00
- Entre R\$ 500,01 até R\$ 1.000,00
- Acima de R\$ 1.000,00

3.3. Qual é a característica mais usual, em relação a peso e volume, de suas compras? *

- Peso: Leve / Volume: Pequeno
- Peso: Pesado / Volume: Pequeno
- Peso: Leve / Volume: Grande
- Peso: Pesado / Volume: Grande

3.4. No momento da escolha do método de entrega, qual atributo que você considera mais importante? *

- Frete grátis
- Valor do Frete
- Tempo de Entrega
- Flexibilidade de Horário de Entrega
- Rastreamento da Entrega
- Impacto Ambiental da Entrega

3.5. Qual é sua concepção em relação a emissões de poluentes resultantes das entregas de mercadorias? *

- É uma questão relevante da qual a sociedade deve se preocupar
- É uma questão irrelevante para a sociedade
- Não possuo uma opinião formada sobre o assunto

3.6. Você já optou por utilizar serviços de Pickup Points ou de Armários de Coletas? *

- Sim
- Não

3.7. Para responder ao questionário da última sessão, escolha uma cor: *

- Vermelho
- Preto
- Branco

Preferências método de entrega a disponibilização de Pickup Points e Parcel Lockers

Nessa sessão queremos conhecer os critérios que você julga importante para receber seus produtos comprados de modo online. Para isso, apresentaremos cenários que representam o momento no qual você está finalizando sua compra online e precisa escolher um método de entrega. Vamos disponibilizar cenários em que você deverá avaliar sobre o local de recebimento do produto; custo do frete que você vai pagar; tempo de entrega; disponibilidade de recebimento do pedido; disponibilidade de deslocamento; e relevância sobre a questão de emissão de poluentes na sua tomada de decisão.

4.1. Cenário 1 - Entre os dois métodos de entrega apresentados, qual você prefere? *

	ENTREGA CONVENCIONAL	ENTREGA PICKUP POINTS
CARACTERÍSTICAS		
CUSTO DE FRETE	CUSTO NORMAL	REDUÇÃO ENTRE 25% A 50%
PRAZO DE ENTREGA	PRAZO CONVENCIONAL	REDUÇÃO DE 50%
DISPONIBILIDADE DE ENTREGA	HORÁRIO COMERCIAL EM DIAS ÚTEIS	7 DIAS POR SEMANA, 24 HORAS
DESLOCAMENTO ATÉ PICKUP POINTS	SEM DESLOCAMENTO	DESLOCAMENTO DE ATÉ 3 KM
EMISSÃO DE POLUENTES	EMISSÃO NORMAL	EMISSÃO REDUZIDA

Entrega Convencional

Entrega Pickup Points

4.2. Cenário 2 - Entre os dois métodos de entrega apresentados, qual você prefere? *



CARACTERÍSTICAS

	CUSTO DE FRETE	CUSTO NORMAL	REDUÇÃO DE 25%
	PRAZO DE ENTREGA	PRAZO CONVENCIONAL	REDUÇÃO DE 25%
	DISPONIBILIDADE DE ENTREGA	HORÁRIO COMERCIAL EM DIAS ÚTEIS	7 DIAS POR SEMANA, DE 06:00H ATÉ 00:00H
	DESLOCAMENTO ATÉ PICKUP POINTS	SEM DESLOCAMENTO	DESLOCAMENTO DE ATÉ 1,5 KM
	EMIÇÃO DE POLUENTES	EMIÇÃO NORMAL	EMIÇÃO REDUZIDA

Entrega Convencional

Entrega Pickup Points

4.3. Cenário 3 - Entre os dois métodos de entrega apresentados, qual você prefere? *



CARACTERÍSTICAS

CUSTO DE FRETE	CUSTO NORMAL	CUSTO NORMAL
PRAZO DE ENTREGA	PRAZO CONVENCIONAL	PRAZO CONVENCIONAL
DISPONIBILIDADE DE ENTREGA	HORÁRIO COMERCIAL EM DIAS ÚTEIS	7 DIAS POR SEMANA, 24 HORAS
DESLOCAMENTO ATÉ PICKUP POINTS	SEM DESLOCAMENTO	PONTO DE COLETA EM TRAJETO COTIDIANO
EMISSÃO DE POLUENTES	EMISSÃO NORMAL	EMISSÃO REDUZIDA

Entrega Convencional

Entrega Pickup Points

4.4. Cenário 4 - Entre os dois métodos de entrega apresentados, qual você prefere? *



CARACTERÍSTICAS



CUSTO DE FRETE

CUSTO NORMAL

REDUÇÃO DE 25%



PRAZO DE ENTREGA

PRAZO CONVENCIONAL

PRAZO CONVENCIONAL



DISPONIBILIDADE DE ENTREGA

HORÁRIO COMERCIAL EM DIAS ÚTEIS

7 DIAS POR SEMANA, DE 06:00H ATÉ 00:00H



DESLOCAMENTO ATÉ PICKUP POINTS

SEM DESLOCAMENTO

DESLOCAMENTO DE ATÉ 1,5 KM



EMIÇÃO DE POLUENTES

EMIÇÃO NORMAL

EMIÇÃO REDUZIDA

Entrega Convencional

Entrega Pickup Points

4.5. Cenário 5 - Entre os dois métodos de entrega apresentados, qual você prefere? *



CARACTERÍSTICAS

CUSTO DE FRETE	CUSTO NORMAL	CUSTO NORMAL
PRAZO DE ENTREGA	PRAZO CONVENCIONAL	REDUÇÃO EM 50%
DISPONIBILIDADE DE ENTREGA	HORÁRIO COMERCIAL EM DIAS ÚTEIS	7 DIAS POR SEMANA, DE 06:00H ATÉ 00:00H
DESLOCAMENTO ATÉ PICKUP POINTS	SEM DESLOCAMENTO	PONTO DE COLETA EM TRAJETO COTIDIANO
EMISSÃO DE POLUENTES	EMISSÃO NORMAL	EMISSÃO REDUZIDA

Entrega Convencional

Entrega Pickup Points

APÊNDICE B – MODELO DE RESULTADOS DA EMISSÃO VEICULAR ACUMULATIVA POR DIA DO PERÍODO APRESENTADOS PELO ANYLOGISTIX

Origem das Emissões	Dia	Emissão em g/km	Dia	Emissão em g/km	Dia	Emissão em g/km	Dia	Emissão em g/km	Dia	Emissão em g/km
CO2 from Vehicles	0	0	41	88.549	82	162.444	123	240.351	165	326.035
CO2 from Vehicles	1	0	42	89.232	83	163.718	124	241.098	166	328.080
CO2 from Vehicles	2	0	43	92.360	84	164.187	125	243.798	167	330.737
CO2 from Vehicles	3	0	44	94.961	85	166.099	126	246.257	168	333.046
CO2 from Vehicles	4	567	45	96.113	86	166.099	127	247.209	169	334.538
CO2 from Vehicles	5	6.722	46	99.335	87	166.314	128	248.962	170	336.031
CO2 from Vehicles	6	7.159	47	100.165	88	166.527	129	251.580	171	337.885
CO2 from Vehicles	7	9.049	48	101.709	89	167.374	130	253.088	172	340.229
CO2 from Vehicles	8	9.906	49	102.936	90	169.320	131	255.127	173	343.775
CO2 from Vehicles	9	16.919	50	105.797	91	169.320	132	257.299	174	345.087
CO2 from Vehicles	10	21.044	51	107.188	92	170.785	133	258.222	175	347.024
CO2 from Vehicles	11	23.697	52	109.014	93	173.409	134	260.218	176	348.269
CO2 from Vehicles	12	25.332	53	110.795	94	173.881	135	262.614	177	350.181
CO2 from Vehicles	13	25.332	54	112.280	95	174.701	136	265.219	178	355.474
CO2 from Vehicles	14	27.856	55	112.846	96	175.969	137	265.870	179	378.301
CO2 from Vehicles	15	31.148	56	112.846	97	176.301	138	266.886	180	384.756
CO2 from Vehicles	16	33.517	57	113.491	98	176.594	139	269.386	181	386.949
CO2 from Vehicles	17	37.617	58	113.704	99	178.974	140	270.566	182	387.663
CO2 from Vehicles	18	38.516	59	117.165	100	184.009	141	272.368	183	389.619
CO2 from Vehicles	19	42.074	60	118.711	101	184.222	142	274.430	184	392.306
CO2 from Vehicles	20	43.628	61	121.913	102	188.777	143	277.073	185	394.284
CO2 from Vehicles	21	43.628	62	123.971	103	192.722	144	280.419	186	396.030
CO2 from Vehicles	22	46.287	63	124.297	104	195.397	145	281.775	187	396.645
CO2 from Vehicles	23	48.224	64	126.688	105	197.623	146	282.394	188	397.990
CO2 from Vehicles	24	49.711	65	127.627	106	201.600	147	283.324	189	401.495
CO2 from Vehicles	25	51.959	66	129.284	107	204.080	148	284.466	190	404.194
CO2 from Vehicles	26	52.263	67	132.419	108	206.682	149	288.466	191	405.605
CO2 from Vehicles	27	52.875	68	132.419	109	207.947	150	289.134	192	406.317
CO2 from Vehicles	28	55.722	69	134.576	110	209.200	151	289.872	193	407.542
CO2 from Vehicles	29	59.655	70	134.939	111	214.035	152	296.063	194	409.005
CO2 from Vehicles	30	61.098	71	139.538	112	216.113	153	296.953	195	410.770
CO2 from Vehicles	31	62.534	72	140.524	113	218.647	154	298.402	196	412.301
CO2 from Vehicles	32	66.472	73	141.110	114	220.503	155	300.814	197	415.346
CO2 from Vehicles	33	68.301	74	143.891	115	224.531	156	302.614	198	420.258
CO2 from Vehicles	34	70.512	75	148.662	116	227.200	157	305.082	199	424.167
CO2 from Vehicles	35	72.868	76	148.722	117	229.296	158	305.777	200	424.636
CO2 from Vehicles	36	76.303	77	150.209	118	231.026	159	308.318	201	426.511
CO2 from Vehicles	37	78.765	78	153.491	119	234.266	160	309.232	202	427.248
CO2 from Vehicles	38	82.869	79	156.369	120	235.526	161	309.748	203	427.717
CO2 from Vehicles	39	84.866	80	159.119	121	236.234	162	313.020	204	432.339
CO2 from Vehicles	40	84.958	81	159.856	122	237.951	163	317.941	205	434.005

Origem das Emissões	Dia	Emissão em g/km	Dia	Emissão em g/km	Dia	Emissão em g/km	Dia	Emissão em g/km	Dia	Emissão em g/km
CO2 from Vehicles	206	434.475	247	498.322	288	613.310	329	768.772	371	956.879
CO2 from Vehicles	207	437.433	248	500.143	289	621.516	330	773.881	372	961.543
CO2 from Vehicles	208	438.197	249	502.545	290	628.725	331	777.576	373	967.312
CO2 from Vehicles	209	438.197	250	504.382	291	631.925	332	782.580	374	969.012
CO2 from Vehicles	210	438.197	251	506.811	292	636.120	333	785.346	375	973.350
CO2 from Vehicles	211	439.001	252	510.381	293	639.408	334	789.310	376	974.917
CO2 from Vehicles	212	443.779	253	513.122	294	642.513	335	790.793	377	975.130
CO2 from Vehicles	213	444.721	254	515.167	295	646.185	336	792.860	378	975.130
CO2 from Vehicles	214	446.223	255	518.437	296	652.958	337	796.115	379	977.522
CO2 from Vehicles	215	448.383	256	522.228	297	655.792	338	797.965	380	982.029
CO2 from Vehicles	216	450.432	257	524.799	298	659.231	339	800.077	381	983.468
CO2 from Vehicles	217	451.532	258	526.547	299	661.525	340	806.352	382	983.681
CO2 from Vehicles	218	452.438	259	527.356	300	661.994	341	810.315	383	987.789
CO2 from Vehicles	219	453.680	260	530.748	301	663.656	342	811.636	384	991.276
CO2 from Vehicles	220	453.964	261	531.982	302	671.956	343	812.635	385	992.922
CO2 from Vehicles	221	453.964	262	536.512	303	675.161	344	816.794	386	993.770
CO2 from Vehicles	222	454.480	263	542.153	304	678.606	345	820.158	387	997.483
CO2 from Vehicles	223	454.480	264	543.346	305	681.404	346	824.587	388	999.430
CO2 from Vehicles	224	454.952	265	544.367	306	686.989	347	826.203	389	999.900
CO2 from Vehicles	225	457.595	266	546.628	307	694.479	348	829.199	390	1.000.394
CO2 from Vehicles	226	460.497	267	549.639	308	697.897	349	834.142	391	1.000.394
CO2 from Vehicles	227	460.497	268	552.493	309	702.940	350	836.565	392	1.002.140
CO2 from Vehicles	228	462.136	269	556.538	310	705.666	351	839.627	393	1.005.309
CO2 from Vehicles	229	462.349	270	558.838	311	710.431	352	841.391	394	1.008.259
CO2 from Vehicles	230	462.349	271	560.988	312	715.949	353	843.927	395	1.010.579
CO2 from Vehicles	231	462.727	272	563.952	313	719.072	354	848.284	396	1.010.579
CO2 from Vehicles	232	465.639	273	565.144	314	721.257	355	852.415		
CO2 from Vehicles	233	468.059	274	568.711	315	722.590	356	853.356		
CO2 from Vehicles	234	468.605	275	569.656	316	726.507	358	861.584		
CO2 from Vehicles	235	469.930	276	572.667	317	729.076	359	868.331		
CO2 from Vehicles	236	473.219	277	574.137	318	732.646	360	878.685		
CO2 from Vehicles	237	476.035	278	577.456	319	737.929	361	890.443		
CO2 from Vehicles	238	477.679	279	580.762	320	740.314	362	901.374		
CO2 from Vehicles	239	478.958	280	586.923	321	741.101	363	912.223		
CO2 from Vehicles	240	483.530	281	590.436	322	744.141	364	926.022		
CO2 from Vehicles	241	484.824	282	590.908	323	746.724	365	930.859		
CO2 from Vehicles	242	486.163	283	595.278	324	750.908	366	934.611		
CO2 from Vehicles	243	488.363	284	599.643	325	757.710	367	939.523		
CO2 from Vehicles	244	489.005	285	603.660	326	762.529	368	945.489		
CO2 from Vehicles	245	491.837	286	606.895	327	765.415	369	950.851		
CO2 from Vehicles	246	492.968	287	610.167	328	768.288	370	956.406		