

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE**  
**PRODUÇÃO**

**MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS PARA**  
**TRANSPORTE URBANO DE MERCADORIAS EM CIDADES**  
**HISTÓRICAS: O CASO DE SÃO JOÃO DEL REI / MG**

**KAÍQUE OSÓRIO ALVES NETO SILVA**

**ITAJUBÁ-MG**  
**2019**

**KAÍQUE OSÓRIO ALVES NETO SILVA**

**MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS PARA  
TRANSPORTE URBANO DE MERCADORIAS EM CIDADES  
HISTÓRICAS: O CASO DE SÃO JOÃO DEL REI / MG**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Sistema de Produção e Logística

Orientador: Prof. Dr. Renato da Silva Lima

**ITAJUBÁ-MG**

**2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE**  
**PRODUÇÃO**

**KAÍQUE OSÓRIO ALVES NETO SILVA**

**MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS PARA**  
**TRANSPORTE URBANO DE MERCADORIAS EM CIDADES**  
**HISTÓRICAS: O CASO DE SÃO JOÃO DEL REI / MG**

Dissertação aprovada por banca examinadora em  
15 de Fevereiro de 2019, conferindo ao autor o  
título de *Mestre em Engenharia de Produção*.

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Renato da Silva Lima (Orientador)

Prof. Dr. Alexandre Ferreira Pinho

Prof. Dr. Wander Demonel

**ITAJUBÁ-MG**  
**2019**

## AGRADECIMENTOS

Em meio a tantas alegrias e emoções chega ao fim mais uma etapa de minha vida.

Ouso dizer que a caminhada até aqui não foi fácil, mas em meio a tantas dificuldades, emoções, perdas e principalmente de muita luta, eu venci.

Consegui vencer graças à ajuda de várias pessoas que ao longo dessa caminhada estiveram sempre ao meu lado e foram fundamentais para mais essa conquista.

E nesse momento tão especial, não poderia deixar de agradecer a todos vocês.

Agradeço primeiramente a Deus por sempre me dar força e saúde para prosseguir em frente.

A meu pai querido e amado Pai que sempre me forneceu todo apoio necessário para chegar até aqui e por me ensinar a ser o homem que sou hoje.

Às minhas mães Rozânia e Floricena por todo amor, carinho, atenção e incentivo recebido.

A toda minha Família pelo suporte durante essa caminhada.

Aos professores Renato e Roberta pela orientação e por toda paciência durante meu processo de aprendizado.

À minha segunda família de Itajubá Laila, Lais, Yasmin e Aline por serem fundamentais na realização desse sonho e nessa jornada na cidade de Itajubá.

Ao meu amigo Alex, por todo companheirismo, incentivo e por sempre estar comigo ao longo dessa caminhada.

A todos meus amigos, distantes e presentes, que não couberam citados aqui, mas que estão sempre comigo no coração.

A todo corpo docente e servidores da Unifei pelos ensinamentos e atenção dada aos alunos.

Aos meus colegas do grupo LogTrans por todas as risadas e experiências trocadas.

E enfim a todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse sonho.

Enfim, Mestre!

***“O que é eterno nunca morre, vive pra sempre em nossos corações.”***

*Dedicado àquele que olha por mim lá de cima ....*

## **RESUMO**

**SILVA, K. O. A. N. Modelos de Geração De Viagens para Transporte Urbano de Mercadorias em Cidades Históricas: O Caso de São João Del Rei-MG. Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Produção - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá – MG. 2019.**

O transporte urbano de mercadorias é essencial para o desenvolvimento das cidades, ao mesmo tempo em que abastece as atividades comerciais, gera emprego e auxilia no desenvolvimento econômico das áreas urbanas. Entretanto, mesmo sendo de grande importância, a atividade tem sido deixada de lado por muitos planos de mobilidade urbana que, geralmente, têm seu foco voltado para o transporte urbano de passageiros e, de certa forma, negligenciado a importância que o transporte urbano de mercadorias pode exercer na mobilidade e logística urbana como um todo, tanto de pessoas como de mercadorias. Em certas regiões de cidades históricas, devido às restrições de tráfego, da proteção ao patrimônio histórico-cultural, limitações da infraestrutura viária e ao grande crescimento da frota veicular circulando nas áreas urbanas, os problemas enfrentados têm sido ainda maiores. Algumas medidas para amenização desses problemas vêm sendo estudadas no Brasil e em alguns outros países, como EUA, México, Itália, Espanha, Reino Unido e Polônia. No entanto, a literatura encontrada ainda é incipiente e os problemas têm sido cada vez maiores frente à crescente complexidade de distribuição de mercadorias nessas regiões. Faltam estudos principalmente no cenário nacional. Nesse contexto, buscar compreender o processo de distribuição urbana de mercadorias é imprescindível para mensurar os impactos na mobilidade e logística urbana dessas cidades, e desse modo, dar subsídios em forma de informações e análises que possam auxiliar no desenvolvimento de ações e/ou políticas públicas que auxiliem na solução ou amenização dos problemas encontrados. Este estudo tem como objetivo principal, analisar a operação e o impacto das atividades associadas ao transporte urbano de mercadorias de empresas varejistas na mobilidade e logística urbana em uma cidade histórica, tendo o município de São João Del Rei, MG como objeto de estudo. Assim, foram desenvolvidos e aplicados modelos de geração de viagens para quantificar o número de deslocamentos atraídos pelas empresas de varejo da região central da cidade. Os resultados obtidos indicam que o desenvolvimento de modelos de geração de viagens é uma ferramenta que pode auxiliar no planejamento urbano da cidade como na implantação de vagas de carga e descarga e na proposição de medidas de mobilidade urbana, atentando para suas especificidades regionais. Quando comparado aos modelos disponíveis na literatura, esses modelos tendem a dar maior robustez aos resultados e demonstram ser mais adequados, devido a fornecer subsídios aos tomadores de decisão na proposta de políticas públicas que visem maior produtividade do abastecimento de mercadorias na cidade, na ordenação do tráfego, em melhorias da mobilidade urbana, no planejamento municipal, entre outros. Por fim, a comparação entre os modelos aqui propostos e os modelos encontrados na literatura apontam para similaridades e divergências, reforçando a importância do desenvolvimento de modelos locais, mais adequados às especificidades e necessidade de cada região, atentando para diferentes realidades econômicas, sociais e infra estruturais de cada cidade.

Palavras- Chave: Logística urbana, Transporte urbano de cargas, Modelos de geração de viagens, Cidades históricas, Mobilidade urbana.

## **ABSTRACT**

**SILVA, K. O. A. N. Freight Generation Models For Urban Cargo Transportation in Historic Cities: The Case of São Joao Del Rei- MG. Thesis (Master) – Industrial Engineering – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá – MG. 2019.**

Urban freight transport is essential for the development of cities, while supplying commercial activities, generating employment and assisting the economic development of urban areas. However, even though it is of great importance, the activity has been neglected by some urban mobility plans that are generally focused on urban passenger transport. In addition, these plans do not address urban freight transport as they should, as a specific planning and management theme. These motives have generated negative impacts on the actors involved in the process and further aggravated the problems of urban mobility. In historical areas, due to traffic restrictions, protection of the historical and cultural heritage, the urban infrastructure of these cities and the great growth of the vehicular fleet circulating in urban areas, the problems faced have been even greater. And, it has aggravated the problems of urban mobility in some regions of these cities. Some measures to ameliorate these problems have been studied in Brazil and some other countries, such as USA, Mexico, Italy, Spain, the United Kingdom and Poland. However, the literature found is still incipient and the problems have been increasing in the face of the increasing complexity of merchandise distribution in historic cities. Studies are mainly lacking in the national scenario. In this context, to understand the process of urban distribution of goods is essential to measure the impacts of urban freight transport in historic cities and to encourage the development of public policies that help solve or alleviate the problems encountered. This study has as main objective to analyze the operation and the impact of the activities associated to the urban transport of goods of retail companies in the mobility and urban logistics in a historical city, having the municipality of. As object of study. Thus, models of travel generation were developed and applied to quantify the number of trips attracted by the retail companies of the central region of the city. The results indicate that the development of travel generation models is a tool that can help in the urban planning of the city as in the installation of loading and unloading places and in the proposal of urban mobility measures, taking into account their regional specificities. When compared to the models available in the literature, these models tend to give greater robustness to the results and prove to be more adequate, due to providing subsidies to decision makers in the proposal of public policies aimed at greater productivity of the supply of goods in the city, traffic, improvements in urban mobility, municipal planning, among others. Finally, the comparison between the models proposed here and the models found in the literature point to similarities and divergences, reinforcing the importance of the development of local models, more adapted to the specificities and the needs of each region, considering different economic, social and economic realities. infrastructures of each city.

**Keywords:** Urban logistics, Urban freight transport, Freight demand management, Historical cities, Urban mobility.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Objetivos dos artigos analisados .....	8
Figura 2- País da realização do estudo .....	9
Figura 3- Pilares do <i>City Logistics</i> .....	15
Figura 4- Atores envolvidos no transporte urbano de mercadorias.....	16
Figura 5- Classificação das Iniciativas de <i>City Logistics</i> .....	20
Figura 6– Fases de uma pesquisa apoiada em modelagem e simulação .....	44
Figura 7- Etapas da metodologia .....	46
Figura 8 – Localização geográfica do município de São João Del Rei.....	47
Figura 9- Localização das empresas entrevistadas .....	48
Figura 10- Origem das entregas .....	52
Figura 11– Entregas por dias da semana .....	53
Figura 12- Local de descarga das mercadorias.....	54
Figura 13- Veículos estacionados em local proibido.....	55
Figura 14- Análise de Correlação .....	58
Figura 15- Localização das empresas .....	62
Figura 16- Distribuição espacial das viagens .....	64
Figura 17- Mapa 3D da distribuição espacial das viagens .....	64
Figura 18- Necessidade de vagas para carga descarga .....	68
Figura 19- Demanda x Oferta x Necessidade .....	69
Figura 20- Área de Cobertura das vagas de carga e descarga existentes .....	70
Figura 21- Áreas de maior demanda de vagas e ruas históricas .....	73
Figura 22- Ruas Históricas .....	74
Figura 23- Locais utilizados atualmente para estacionamento e carga e descarga de mercadoria .....	75
Figura 24- Locais de implantação das novas vagas de carga e descarga .....	77
Figura 25- Área de cobertura das vagas .....	78
Figura 26- Demanda de vagas/hora por cenário.....	82



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Análise bibliométrica: número de trabalhos publicados .....	7
Tabela 2- Resumos dos principais medidas estudadas para cidades históricas .....	32
Tabela 3- Classificação das empresas .....	49
Tabela 4- Classificação das empresas por porte e entregas por funcionários .....	50
Tabela 5- Classificação das empresas de acordo com seu porte e setor .....	50
Tabela 6- Frequência das entregas.....	51
Tabela 7- Horário das entregas .....	53
Tabela 8- Problemas encontrados nas entregas .....	55
Tabela 9- Problemas enfrentados na carga e descarga de materiais (divididos por setor) .....	55
Tabela 10- Modelos de geração de viagens lineares (#viagens por dia) .....	59
Tabela 11- Modelos de geração de viagens logarítmicos (#viagens por dia).....	59
Tabela 12- Modelos de geração de viagens lineares (#viagens por dia) .....	59
Tabela 13- Modelos de geração de viagens logarítmicos (#viagens por dia).....	59
Tabela 14- Quantidade de viagens geradas por dia .....	63
Tabela 15- Conversão das viagens .....	66
Tabela 16- Porcentagem de entregas por horário e por tipo de veículo .....	66
Tabela 17- Total de viagens por período do dia e demanda total de estacionamento .....	67
Tabela 18- Tempo de ocupação das vagas .....	71
Tabela 19- Ponto de referência e quantidade de vagas.....	77

## **LISTA DE ABREVIACÕES**

CCU- Centro de Consolidação Urbana

CDPs- Collection and Delivery Points

GC- Geração de cargas

GVC- Geração de viagens de carga

NVCG- Número de Viagens de Carga Gerada

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ITE- Institute of Transportation Engineering

ITS- Intelligent Transportation System

LTZ- Large Traffic Generator

LEZ- Low Emission Zone

MD- Ministério da Defesa

MT- Ministério dos Transportes

NCFRP- National Cooperative Freight Research Program

OHD- Off Hour Delivery

ONU- Organização das Nações Unidas

NO<sub>x</sub>- Óxido de nitrogênio

PlanMob- Plano e Mobilidade Urbana

PNLT- Plano Nacional de Logística e Transporte

SeMob- Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade Urbana

SIG- Sistema de Informação Geográfica

SIG- - Sistema de Informação Geográfica para Transportes

RPI- Rensselaer Polytechnic Institute

EU- União Europeia

UFRGS- Universidade Federal do Rio Grande do Sul

VUC- Veículo Urbano de Carga

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1 OBJETIVO GERAL.....	3
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.3 JUSTIFICATIVA .....	4
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	5
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	7
2.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA.....	7
2.2 LOGÍSTICA URBANA .....	10
2.3 MEDIDAS DE <i>CITY LOGISTICS</i> PARA O TRANSPORTE URBANO DE MERCADORIAS .....	17
3. TRANSPORTE URBANO DE MERCADORIAS EM CIDADES HISTÓRICAS .....	30
4. MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS E O USO DE SIG PARA O TRANSPORTE URBANO DE CARGAS.....	35
5. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA .....	40
6. METODOLOGIA .....	44
6.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	44
6.2 DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA .....	45
6.3 ESTÁGIO 1: CARACTERIZAÇÃO DO TRANSPORTE URBANO DE MERCADORIAS .....	46
6.3.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	46
6.3.2 COLETA DE DADOS .....	48
6.3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS ENTREGAS DE MERCADORIAS .....	50
6.3.4 PROBLEMAS IMPOSTOS PELA CARACTERÍSTICA DO MUNICÍPIO À CIRCULAÇÃO DE VEÍCULOS .....	55
6.4 ESTÁGIO 2: MODELAGEM.....	56

6.4.1	DESENVOLVIMENTO DOS MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS.....	57
6.4.2	RESULTADOS DOS MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS .....	61
6.4.3	CÁLCULO DO NÚMERO VAGAS PARA CARGA E DESCARGA NECESSÁRIAS 65	
6.5	ESTÁGIO 3: LOCALIZAÇÃO DAS VAGAS E PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS .....	72
6.5.1	LOCALIZAÇÃO DAS VAGAS .....	72
6.5.2	PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS .....	79
7.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	84
7.1	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E FERRAMENTAS .....	84
7.2	APLICAÇÃO EM OUTRAS LOCALIDADES .....	88
8.	CONCLUSÕES.....	90
8.1	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	93
	ANEXO I – QUESTIONÁRIO .....	105



# 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as cidades brasileiras têm apresentado problemas de mobilidade urbana, tanto na circulação de pessoas, quanto no deslocamento de mercadorias e prestação de serviços, tais como congestionamentos, poluição, falta de estacionamento, grande concentração de pessoas nos centros urbanos, dificuldade de locomoção, entre outros problemas. Esses problemas têm ocorrido pelo elevado grau de urbanização das cidades que vem crescendo, muitas vezes, sem uma adequada programação e sem um rigoroso planejamento territorial e urbanístico (VIANA, 2016). Aliado a esse fator, existe ainda uma ausência de políticas públicas efetivas que possam auxiliar o desenvolvimento urbano, integrando seus diferentes modos de transporte para melhorar a acessibilidade e a mobilidade nos centros urbanos (ALVES *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2018). Essa falta de planejamento, em conjunto com a grande concentração populacional nas áreas urbanas, tem levado ao aumento da demanda pelo transporte de mercadorias, uma vez que esta atividade é um elo vital para satisfazer as necessidades de consumo da população (NUZZOLO e COMI, 2014).

O transporte urbano de mercadorias constitui uma atividade extremamente importante das áreas urbanas. Para as pessoas, ele garante o abastecimento das lojas, bem como à entrega de mercadorias em casa; para as empresas estabelecidas dentro dos limites da cidade, ele forma um elo vital com fornecedores e clientes (ALVES *et al.*, 2018). São poucas as atividades que ocorrem dentro de uma cidade que não irão precisar, em algum momento, de transporte. Além disso, o setor de transporte urbano de carga é uma importante fonte de emprego (CRAINIC *et al.*, 2004).

Ainda assim, o transporte urbano de mercadorias ao mesmo tempo em que sustenta a economia das áreas urbanas, contribui significativamente para a degradação do meio ambiente e da qualidade de vida devido ao seu potencial para geração de poluentes e congestionamentos (EBIAS, 2014). Tais problemas, aliados a políticas de distribuição *Just in Time* e ao crescimento do comércio eletrônico (B2C), impactam na qualidade de vida das pessoas que habitam e/ou trabalham nas cidades, exercem influência sobre a produtividade das empresas localizadas em áreas urbanas e interferem nas cadeias de abastecimento associadas (TANIGUCHI *et al.*, 2001).

Segundo Souza *et al.*, (2010), é preciso mensurar os problemas relacionados ao transporte urbano de cargas, principalmente em regiões onde se têm uma grande aglomeração de empresas que provêm empregos, produtos e serviços, como por exemplo, nos centros

urbanos. Quando um empreendimento possui potencial de produzir e atrair viagens de cargas, os impactos que estas viagens podem causar sob o sistema viário são distintos e variam em função do seu porte e setor econômico (Oliveira *et al.*, 2016). Em cidades históricas esses impactos se tornam mais expressivos devido: 1) às restrições de tráfego, como por exemplo, a ocorrência de zonas protegendo edifícios históricos; 2) a infraestrutura linear não adaptada ao número crescente de veículos, como por exemplo, ruas estreitas e organização de tráfego unidirecional e; 3) a falta de número suficiente de lugares de estacionamento (ALVES *et al.*, 2017).

De acordo com Holguín-Veras *et al.*, (2015) algumas medidas para amenizar esses problemas já foram estudadas no Brasil e na Europa, abordando melhorias sustentáveis como: entregas noturnas (Holguín-Veras *et al.*, 2018); centros urbanos de consolidação (Pulawska; Starowicz, 2014); e políticas de estacionamento (Córdova *et al.*, 2014). Porém, a literatura sobre o transporte urbano de mercadorias em cidades históricas ainda é incipiente (Carvalho, 2017) e os desafios logísticos têm sido cada vez maiores frente à crescente complexidade de distribuição de carga nessas cidades. Uma análise bibliométrica realizada durante essa pesquisa, demonstrou que existem apenas 28 trabalhos publicados em bases de periódicos até o presente momento. Na literatura nacional também existem poucos estudos sobre o assunto. Aliados a esse fator, Alves *et al.*, (2018) e Carvalho (2017), ressaltam que existe uma grande falta de dados que retratem o funcionamento do transporte urbano de mercadorias em cidades históricas. Dessa forma, é importante buscar técnicas e metodologias capazes de auxiliar no planejamento urbano dessas cidades, levando em consideração suas particularidades.

Sánchez-Díaz *et al.*, (2016) relatam que o estudo do transporte urbano de mercadorias é fundamental para atingir um desenvolvimento urbano sustentável e deve levar em consideração as características urbanísticas das cidades, principalmente em cidades históricas, onde as características morfológicas dessas cidades podem limitar o transporte urbano de mercadorias. Pela inexistência destes estudos, muitas vezes planejadores urbanos e autoridades não possuem uma ideia clara sobre a quantidade de viagens de carga que as diferentes atividades comerciais geram, o que resulta em subestimações das necessidades locais e entraves ao encontrar soluções adequadas para os problemas de transporte urbano.

Uma das formas de prever os impactos da atividade do transporte urbano de cargas é a utilização de modelos de geração de viagens para quantificar o número de viagens de carga que os estabelecimentos comerciais demandam (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2014). Esses modelos têm potencial de caracterizar os fluxos de carga em um ambiente urbano e podem

auxiliar no dimensionamento da infraestrutura urbana contribuindo para redução dos impactos negativos das operações de transporte urbano de mercadorias (ALHO *et al.*, 2016). Entretanto, a principal dificuldade para o seu desenvolvimento é a falta de dados que retratem a realidade.

Para tanto, esforços conjuntos envolvendo os setores público e privado, bem como organizações de pesquisa para coletar dados corretos e desenvolver modelos adequados, podem contribuir para uma melhor compreensão dos padrões de carga urbana, auxiliando na quantificação dos impactos do transporte de mercadorias e no desenvolvimento de metodologias apropriadas para apoiar a tomada de decisão (ALHO *et al.*, 2016). A mesma dificuldade foi encontrada por Carvalho, (2017); Córdova *et al.*, (2014); Gilbert, (2016); Zanirato, (2008) ao coletarem dados para realizar seus estudos sobre o transporte urbano de mercadorias em cidades históricas.

Nesse contexto, as perguntas de pesquisa que buscamos responder para quantificar os impactos do transporte urbano de mercadorias em cidades históricas são: Quantas viagens são atraídas por uma região histórica? Qual a carência de vagas de carga e descarga nessa região? E por fim, onde implantar as novas vagas de carga e descarga que a região necessita?

## **1.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo do trabalho é utilizar os modelos de geração de viagens para auxiliar as tomadas de decisões que possibilitem melhorias operacionais no tráfego e que resultem em melhorias da mobilidade urbana em cidades históricas. Dessa forma, a partir das análises dos modelos, espera-se contribuir com informações para o desenvolvimento de um conjunto de ações capazes de auxiliar em políticas públicas de mobilidade urbana, associadas a conceitos de logística urbana.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1) Identificar e analisar as características e os principais problemas enfrentados por empresas varejistas no recebimento e distribuição de mercadorias de uma cidade histórica;
- 2) Analisar a possibilidade de transferibilidade desses modelos a cidades com características semelhantes a aqui estudada.
- 3) Analisar, através do auxílio da elaboração de mapas e de ferramentas de um SIG, a disponibilidade e a localização de vagas para carga e descarga na região;



- 4) Modelar e simular cenários para testar os impactos de medidas de mobilidade urbana que considerem preceitos de logística urbana, tais como a demanda de vagas de carga e descarga de mercadorias.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Como demonstraram Dias, (2016); Holguín-Veras *et al.*, (2016); Sanches Junior, (2008); Allen *et al.*, (2012); Alves *et al.*, (2016); Lindholm e Behrends, (2012); Oliveira, (2014) há um consenso entre diversos autores que apenas nos últimos 10 anos o transporte urbano de mercadorias vem sendo objeto de estudo e que há uma grande dificuldade para realização de pesquisas relacionadas ao tema, inclusive nos países desenvolvidos, dificultando ainda mais a mensuração dos seus impactos e a proposição de soluções. Segundo Campbell *et al.*, (2018), esses estudos ainda são bastante teóricos e partem de simplificações da realidade para propor soluções para os problemas do transporte urbano de mercadorias, devido à complexidade de se entender, modelar, gerenciar e controlar as atividades e ações dos diversos atores envolvidos nesse sistema. Uma das principais dificuldades para realização desses estudos é a falta de dados sobre seu funcionamento, que exige o dispêndio de recursos financeiros muitas vezes escassos e as limitações de intervenção na infraestrutura urbana (KIJEWKA E IWAN, 2016; LINDHOLM E BEHREND, 2012).

Em cidades históricas esses estudos são ainda mais raros (Duin *et al.*, 2016; Foltyński, 2014; Kijewska e Iwan, 2016; Marciani e Cossu, 2014; Marcucci e Gatta, 2017; Nathanail *et al.*, 2016; Navarro *et al.*, 2016) e não levam em consideração as características urbanísticas dessas cidades, como a disposição dos usos do solo, a forma e expansão do local, as características das vias que suportam o fluxo do transporte e das regulamentações referentes ao trânsito de veículos de carga. Carvalho, (2017), afirma que os estudos sobre o tema ainda são incipientes e os problemas enfrentados têm sido cada vez maiores frente à crescente dificuldade de distribuição de mercadorias em regiões históricas. As decisões relativas ao tema ainda são tomadas de forma empírica, baseadas em experiências e resultados obtidos por outras cidades com a proibição de circulação de veículos de grande porte em centros urbanos e restrições de horários para entregas de mercadorias, sendo implantadas sem nenhum estudo ou planejamento. Aliado a esses fatores, Lima Júnior (2011) relata ainda que existe uma incompatibilidade da estrutura interna dessas cidades com o transporte urbano de mercadorias e um atraso no desenvolvimento das políticas públicas e ações que visam melhorar a logística urbana dessas cidades. Se faz necessária, portanto, a realização de estudos para entender o

funcionamento e os impactos do transporte urbano de mercadorias sobre a infraestrutura urbana.

Uma das formas de mensurar os impactos causados pelo transporte urbano de cargas é quantificar o número de viagens que cada estabelecimento comercial recebe, e os modelos de geração de viagem podem ser utilizados para esse fim. Campos *et al.*, (2016) e Souza *et al.*, (2010), afirmam que o desenvolvimento de modelos de geração de viagens de carga é um campo em potencial a ser explorado no Brasil devido ao baixo número de estudos realizados e da necessidade de modelos compatíveis com as particularidades locais de cada região (GRIECO E PORTUGAL, 2010). Gasparini *et al.*, (2010); Holguín-Veras *et al.*, (2011); Marra, (1999); Melo, (2002) corroboram com tal afirmação, acrescentando que essa falta de modelos apropriados para cada região pode ser explicada, em parte, pela falta de conhecimento do sistema, de técnicas apropriadas de modelagem matemática e de dados dos sistemas a serem modelados. Além disso, esses modelos quando bem desenvolvidos podem fornecer aos órgãos governamentais respaldo técnico na elaboração de planos diretores de transportes.

Nesse contexto, o presente estudo se justifica por contribuir com a literatura sobre tema, buscando contribuir com a lacuna prática existente sobre o assunto e desenvolver modelos de geração de viagens que retratem a realidade do transporte urbano de mercadorias em cidades históricas. Além de contribuir para literatura, o mesmo fornece subsídios ao poder público para definição de políticas públicas e regulamentações voltadas ao transporte urbano de mercadorias em cidades históricas através da quantificação do fluxo de viagens atraídas pelos estabelecimentos comerciais. Isso pode auxiliar na mensuração dos impactos causados pela atividade e na busca de medidas que amenizem os problemas encontrados para a distribuição de mercadorias dessas cidades.

#### **1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. Neste primeiro capítulo, é apresentada uma introdução sobre o tema, os objetivos, as justificativas e a estrutura do trabalho. Os Capítulos 2,3,4 e 5 apresentam a Revisão de Literatura sobre o assunto abordado e apresenta os conceitos de: transporte urbano de mercadorias, *City logistics*, atores envolvidos, principais desafios encontrados, medidas aplicadas para solução dos problemas do transporte urbano de mercadorias em cidades históricas, modelagem e geração de viagens e sistemas de informação geográfica (SIG).

O sexto capítulo apresenta a metodologia utilizada para a elaboração do estudo. Aborda, portanto, a classificação da pesquisa e as etapas de: caracterização e coleta de dados e identificação de problemas, o desenvolvimento dos modelos de geração de viagens, a quantificação do número de viagens; a proposição de algumas medidas. Nele, é quantificada a carência de vagas para carga e descarga da cidade e apresentada também uma proposta de localização dessas vagas em alguns pontos do centro histórico da cidade. A discussão dos resultados é realizada no capítulo 7. Por fim, no capítulo 8 são apresentadas as conclusões obtidas com o trabalho.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo são apresentados: uma análise bibliométrica sobre o transporte urbano de mercadorias em cidades históricas, os principais conceitos acerca da distribuição urbana de mercadorias, as características dessas movimentações, seu planejamento, atores envolvidos no processo, desafios e medidas de *City Logistics* aplicadas, fatores que se associam a demanda por transporte urbano de carga, bem como o uso de SIG para estudos de logística urbana. Para contextualizar o objeto de estudo, foram utilizados artigos científicos disponibilizados nos principais bancos de dados de pesquisas acadêmicas, periódicos, dissertações, teses e trabalhos apresentados em congressos.

### 2.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Uma pesquisa com as palavras “*Urban logistics*” ou “*City logistics*”, “*Historic cities*” e “*Urban logistics*” ou “*City logistics*” e “*Historic centers*” e “*Urban logistics*” ou “*City logistics*” foi realizada na data de 16/11/2018 nas bases Science direct e Scopus. As bases pesquisadas são consideradas importantes no meio acadêmico, uma vez que contém importantes periódicos multidisciplinares e reconhecidos internacionalmente (HERCULANO E NORBERTO, 2012). A Tabela 1 apresenta a quantidade de trabalhos encontrados nas bases utilizando os termos pesquisados.

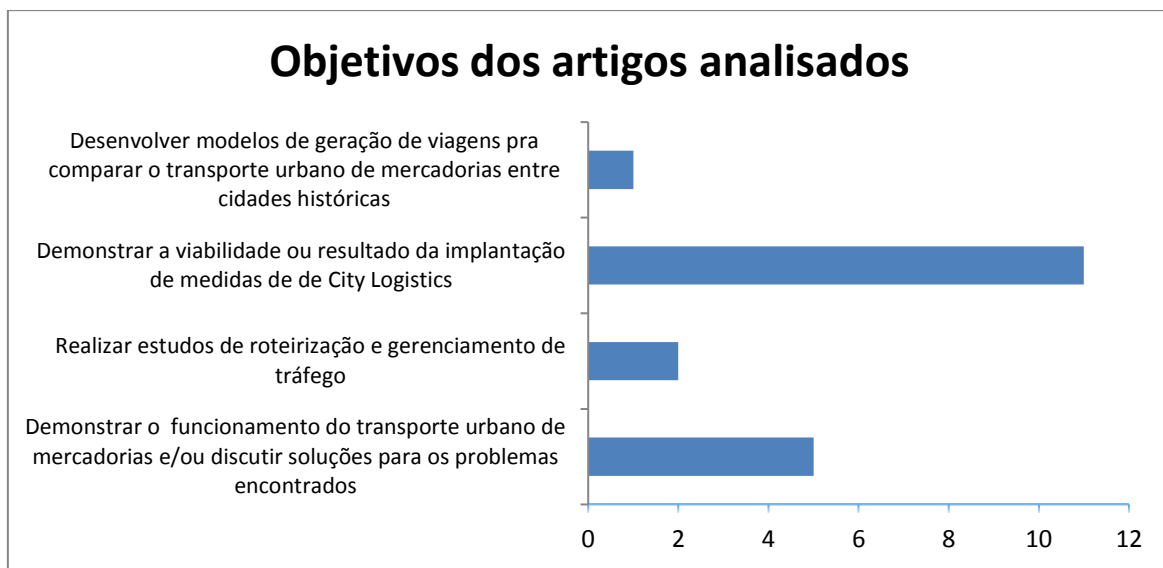
**Tabela 1-** Análise bibliométrica: número de trabalhos publicados

Bases	Termos				Total
	“ <i>Historic Cities e City Logistics</i> ”	“ <i>Historic Cities e Urban Logistics</i> ”	“ <i>Historic Centers e City Logistics</i> ”	“ <i>Historic Centers e Urban Logistics</i> ”	
Science Direct	13	9	15	12	48
Scopus	0	0	2	1	3
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>51</b>

Os 51 artigos completos publicados em periódicos, revisados por pares e escritos em inglês foram avaliados, e deles foram excluídos 33 artigos redundantes. Logo, 28 artigos foram selecionados para avaliação qualitativa. Nesta fase, leu-se título, resumo, objetivos, métodos, resultados e discussões dos 28 artigos, com objetivo de excluir os artigos que não

guardavam relações com o transporte urbano de mercadorias em cidades históricas. Após essa avaliação, 19 artigos foram selecionados para extração de dados. Nesta etapa da pesquisa os dados dos artigos foram extraídos, a partir da codificação de termos chaves das questões de pesquisa.

A partir dessa codificação, foi realizada uma classificação dos 19 artigos selecionados de acordo com seu objetivo de pesquisa. Esses objetivos foram classificados em 4 grupos, conforme demonstrado na Figura 1. Dentre os artigos analisados, pode-se observar que apenas um utiliza modelos de geração de viagens, cujo objetivo é comparar o transporte urbano de mercadorias em cidade históricas e estudar a transferibilidade desses modelos entre cidades históricas europeias. A maior parte dos trabalhos busca demonstrar a viabilidade ou resultado da implantação de medidas de *City logistics* para amenização dos problemas do transporte urbano de mercadorias em cidades históricas. Alguns trabalhos buscam realizar estudos sobre a roteirização, gerenciamento de tráfego e demonstrar o funcionamento do transporte urbano de mercadorias em cidades históricas para discutir soluções para os problemas encontrados.



**Figura 1-** Objetivos dos artigos analisados (desenvolvido pelo autor)

Observa-se também que não existe nenhum trabalho realizado para cidades históricas brasileiras, como demonstrado pela Figura 2. A maioria dos estudos realizados ocorreu em países europeus, como Itália, Espanha e Reino Unido, onde há investimentos pelo poder público em projetos como o CIVITAS (*City-Vitality-Sustainability initiatives*) e ENCLOSE (*Energy Efficiency in City Logistics for Small and Mid-Sized European Historic Towns*) que

buscam medidas para amenizar os problemas resultantes do transporte urbano de mercadorias em cidades históricas europeias. Cabe ainda ressaltar que são países desenvolvidos e considerados pioneiros na busca de soluções para problemas de logística urbana, onde se deu a criação do *City logistics*. Esse conceito é utilizado em diversos países para definir as medidas e políticas de mobilidade urbana que visam amenizar os problemas enfrentados pela movimentação de mercadorias em meio urbano.



**Figura 2-** País da realização do estudo (desenvolvido pelo autor)

Ainda como forma de complementar a bibliografia para esta pesquisa, foi realizada uma busca em anais de congressos nacionais e em dissertações publicadas por programas de pós-graduação de universidades brasileiras. Entretanto, notou-se também que mesmo em publicações de relevância nacional (e que não são publicados em periódicos), existem poucos trabalhos sobre o assunto. Esses trabalhos se concentram nas cidades históricas de Ouro-Preto-MG (Álvares *et al.*, 2016; Carvalho, 2017; Gilbert, 2016) e Salvador-BA (Viana, 2016), sendo necessária a realização de estudos para outras cidades que compõe o cenário histórico brasileiro e que também vêm enfrentado diversos problemas de transporte urbano de mercadorias.

Os próximos capítulos dessa dissertação compõem os trabalhos e os assuntos que formam a base teórica deste trabalho.

## 2.2 LOGÍSTICA URBANA

A mobilidade urbana tornou-se um dos maiores desafios das grandes e médias cidades nas últimas décadas, devido ao aumento da população urbana e aos crescentes problemas de tráfego e mobilidade urbana. Segundo o relatório *Perspectivas Mundiais de Urbanização* da ONU (2015), 79,5% da população latino-americana encontra-se em áreas urbanas e a projeção é que esta taxa chegue a 86% em 2050, sendo a região com o segundo maior índice de urbanização do mundo. O Brasil apresenta percentuais ainda mais elevados: em 2014, mais de 85% da população era urbana e a expectativa é que este índice atinja 91% em meados do século. Este cenário tem provocado à utilização da infraestrutura de transporte em sua capacidade limite e alterado os padrões de deslocamento, tanto de pessoas como de mercadorias em áreas urbanas (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Segundo Lessa (2015), o aumento da concentração populacional em áreas urbanas aliado ao crescimento do volume de bens produzidos e consumidos têm favorecido a expansão econômica de diversas regiões e gerado um aumento significativo da demanda pelo transporte de mercadorias. As pessoas necessitam de bens e serviços que são oferecidos pelas atividades comerciais e que por sua vez, são abastecidos pelo transporte urbano de mercadorias. A indisponibilidade desses bens pode, de certa forma, alterar de maneira significativa as rotinas urbanas provocando um desequilíbrio nas relações sociais e econômicas existentes (OLIVEIRA *et al.*, 2016). E isso, por sua vez, pode representar uma perda de economia para as cidades.

Neste contexto, o transporte de mercadorias sustenta as áreas urbanas, pois está diretamente relacionado ao abastecimento e ao desempenho dos setores econômicos de uma cidade. Dablanc (2007), define a distribuição urbana de cargas como um conjunto de fluxos constantes entrando, atravessando e deixando áreas urbanas. Czerniak *et al.*, (2000) ressaltam que distribuição urbana de mercadorias não é um fim em si mesmo, mas reflexo de um processo econômico global, nacional e local. Esse reflexo, tem impactos diretos sobre a eficiência e competitividade das empresas localizadas em áreas urbanas e deve ser um componente fundamental do planejamento urbano (CRAINIC *et al.*, 2004). A sua racionalização é essencial para um crescimento econômico sustentável. Anderson *et al.*, (2005) citam algumas razões que atestam a importância dos estudos voltados ao tema:

- 1) Manutenção do estilo de vida existente nos centros urbanos;
- 2) Influência no preço dos produtos consumidos pela população;

- 3) Influência direta na economia;
- 4) Manutenção das atividades e da competitividade dos setores industriais e comerciais e;
- 5) Controle dos impactos ambientais

Entretanto, mesmo sendo de grande importância, a movimentação de cargas é raramente prevista nos planos de mobilidade urbana que, usualmente, têm seu foco voltado para o transporte de passageiros. A legislação brasileira em todas as jurisdições (federal, estadual e municipal) é incipiente no que se refere à regulamentação do transporte urbano de mercadorias, tratado como um tema complementar ao transporte urbano nas poucas vezes em que é mencionado.

Na esfera nacional existe o Plano Nacional de Logística e Transportes– PNLT, elaborado para o período definido entre 2007-2023, que representou a retomada do processo de planejamento no setor de transporte para permitir uma estrutura permanente de gestão. Entre os objetivos de maior relevância estão:

- a) identificação, otimização e racionalização dos custos envolvidos em toda a cadeia logística adotada entre a origem e o destino dos fluxos de transportes;
- b) adequação da atual matriz de transportes de cargas no País, buscando a permanente utilização das modalidades de maior eficiência produtiva.

Esse plano foi desenvolvido pelo Ministério dos Transportes – MT, em cooperação com o Ministério da Defesa – MD, com o objetivo de formalizar e perenizar instrumentos de análise para dar suporte ao planejamento de intervenções públicas e privadas na infraestrutura e na organização dos transportes, sob a ótica da logística. E de modo a que o setor possa contribuir efetivamente para a consecução das metas econômicas, sociais e ecológicas do país em horizontes de médio a longo prazo, objetivando o desenvolvimento sustentado.

No entanto, o que se observa é a ênfase em dados econômicos e quantitativos, e principalmente no transporte em rodovias e no entorno das cidades. Não havendo metas específicas para o desenvolvimento do transporte urbano de mercadorias. O plano menciona esse tipo de transporte como um gargalo fundamental para o desenvolvimento econômico do país, em todas as suas esferas. Porém, tem seu foco voltado para: 1) a infraestrutura da malha viária federal, estadual e intermunicipal e, 2) para o transporte de passageiros. Deixando de lado, portanto, o principal responsável pelo abastecimento e desenvolvimento da economia



nas áreas urbanas, e que ao mesmo tempo, é considerado o principal responsável pelos problemas causados à infraestrutura da malha viária das cidades, o transporte urbano de mercadorias.

Na esfera federal existe a Lei no 12.587, de 3 de Janeiro de 2012, que instituiu as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana e que define o Sistema Nacional de Mobilidade Urbana como “o conjunto organizado e coordenado dos modos de transporte, de serviços e de infraestruturas que garante os deslocamentos de pessoas e cargas no território do Município”. Esse plano menciona os serviços de transporte urbano e inclui o transporte de carga. Na sua principal referência apresenta o transporte urbano de cargas como: o serviço de transporte de bens, animais ou mercadorias. Porém, percebe-se a ausência de diretrizes específicas e direcionadoras para a atividade, trabalhada como um tema complementar do transporte urbano. O que, mais uma vez, faz com que o tema seja deixado de lado pelos planejadores urbanos, que como já mencionado, focam sua atenção para o transporte de passageiros.

Outro documento de referência da esfera federal é o Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob)– Construindo a Cidade Sustentável, criado em 2012, desenvolvido pelo Ministério das Cidades, pela Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana (SeMob). Esse documento retrata o transporte de carga urbana propondo formas de regulamentação e criação de diretrizes que condicionam o modal de transporte nos espaços urbanos, propondo medidas como:

- horários e restrições para cada tipo de carga transportada;
- hierarquização do sistema viário para o modal;
- aplicação de pesquisas que caracterizem a movimentação da carga urbana, como os principais pontos de atração e geração de fluxo de mercadorias e;
- estudos de impacto ambiental e urbanísticos dos sistemas de transportes, como forma de reduzir a circulação de cargas perigosas.

Todavia, em 2015, após três anos da aprovação da lei, mais de 70% das capitais e das cidades brasileiras acima de 500 mil habitantes, e 95% do total de municípios acima de 50 mil habitantes, não conseguiram finalizá-lo (SANTOS *et al.*, 2015). Mais uma vez, o plano deixado sobre responsabilidade da esfera estadual ou municipal não cumpre as diretrizes propostas para o transporte urbano de cargas. Alguns gestores das cidades relatam ainda, que

as diretrizes propostas por esse plano não condizem com as reais necessidades do transporte urbano e que faltam integração com outros modais, como veículos menos poluentes e bicicletas de carga, para que as medidas propostas sejam realmente efetivas. Tais fatos se apresentam como obstáculos para conclusão desse plano na maioria das cidades brasileiras.

Cabe ainda acrescentar que no ano de 2014, a Emenda Constitucional número 82 de 16 de julho de 2014, que inclui o § 10 ao art. 144 da Constituição Federal – para disciplinar a segurança viária no âmbito dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios – que introduziu implicitamente o direito à mobilidade urbana eficiente como direito constitucional dos cidadãos brasileiros. Entretanto, esse plano tem seu foco voltado exclusivamente para a fiscalização e regulamentação do trânsito, para garantir o direito de mobilidade eficiente ao cidadão. Mais uma vez os amparos legais não mencionam o transporte urbano de cargas como categoria relevante do sistema de mobilidade, que demanda por um planejamento e gestão específica.

Como observado, o transporte urbano de mercadoria raramente é previsto nos conteúdos que integram os planos de mobilidade. Esses planos, na maioria das vezes, tendem a ser pensados e desenvolvidos tendo em vista o transporte de passageiros e a malha rodoviária. As questões de transporte de mercadorias no nível da cidade ainda não são bem compreendidas, nem quantificadas, e não existe uma metodologia voltada especificamente para sua análise e planejamento. Como resultado, os profissionais são frequentemente incapazes de estimar prontamente a magnitude do transporte urbano de mercadorias em suas jurisdições e prever seus futuros níveis de atividade com algum grau de precisão. Isso, por sua vez, torna muito difícil encontrar soluções eficazes que possam ajudar a melhorar as operações da atividade e planejar as melhorias de rede necessárias. Deixa-se de lado, portanto, esse elemento que há décadas, integra a lista de problemas presentes nos municípios brasileiros, e que exige atenção: o transporte urbano de mercadorias (ALVES *et al.*, 2018; CRAINIC; RICCIARDI; STORCHI, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2018).

No entanto, de acordo com Crainic *et al.*, (2014), esse cenário tende a mudar uma vez que o número de veículos tem aumentando de forma rápida e como consequência, o congestionamento e os níveis de poluição crescem também em um ritmo acelerado. Ainda, observa-se o aumento da consciência da população em relação aos temas que impactam a qualidade de vida urbana, resultando em maiores cobranças junto às autoridades, iniciando assim um movimento favorável para a solução destes problemas (CORREIA *et al.*, 2010).

Segundo Van Kolck, (2010), o aumento da importância dada às questões ambientais e

sociais nas últimas décadas adiciona uma nova dimensão aos problemas das cidades quanto à expansão do tráfego nos centros urbanos e levam a necessidade de controlar e entender, os movimentos dos veículos de carga em áreas urbanas. De acordo com Correia, (2011), ao mesmo tempo em que os padrões do consumidor mudam e as transformações na área de tecnologia causam mudanças profundas em vários setores, também cresce a pressão da comunidade e de grupos ligados ao meio ambiente, no intuito de minimizar os impactos negativos das atividades de carga, cada vez mais intensas. As comunidades locais têm demandado, cada vez mais, ações nesse sentido. Desde então, vem sendo desenvolvido o conceito de *City Logistics*, com o intuito de produzir e fornecer soluções sistêmicas e eficazes para os problemas do transporte urbano de mercadorias.

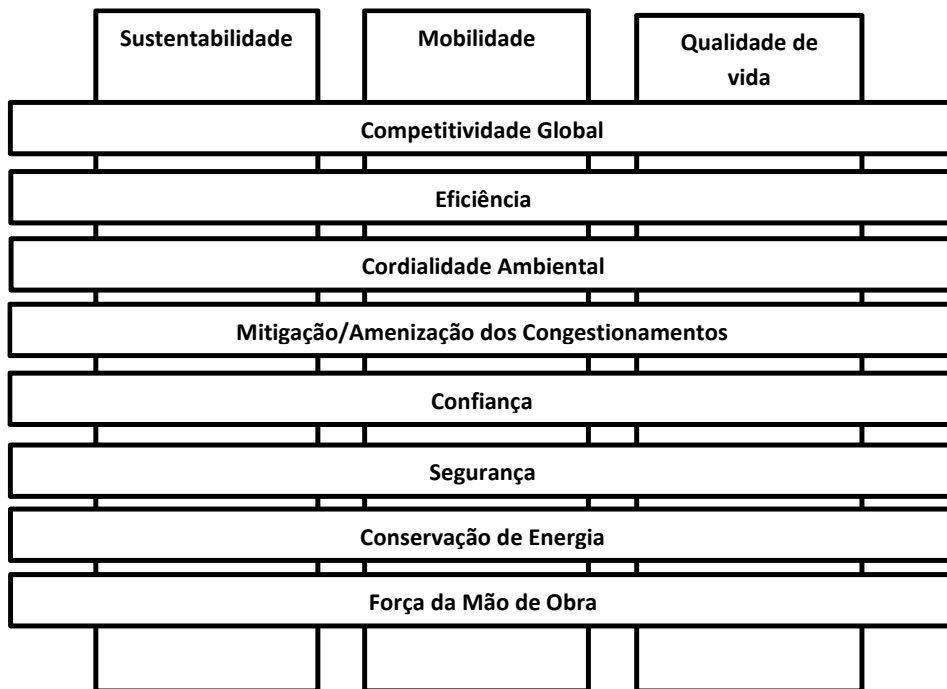
Taniguchi *et al.*, (2001) define o *City Logistics* como um processo de otimização das atividades de distribuição de mercadorias, realizadas por entidades públicas e privadas em áreas urbanas, considerando fatores como congestionamento, tráfego e consumo de energia, dentro de uma estrutura de mercado. Thompson (2003) complementa essa definição, afirmando que o *City Logistics* é um processo de planejamento integrado para distribuição de carga urbana, baseado em um sistema de aproximações (integrações), os quais promovem esquemas inovadores, que reduzem o custo total (incluindo os custos econômicos, sociais e ambientais) dos movimentos de carga dentro das cidades. Seus projetos permitem, ainda, a estimação de uma estrutura para planejadores de cidades, onde a busca de soluções para os problemas do transporte urbano de mercadorias envolvem, normalmente, o estabelecimento de parcerias entre os setores público e privado (DUTRA 2004).

Benjelloun e Crainic (2009) afirmam que o *City Logistics* lida com aspectos que vão além dos tratados e considerados pela logística urbana tradicional. Trata-se, pois, de uma metodologia integrada para a distribuição urbana de mercadorias, porque promove métodos inovadores para amenizar os problemas enfrentados por essas operações. O conceito é indicado pela Comissão Europeia<sup>1</sup>, como área na qual se pode esperar ganhos tanto ambientais, como de competitividade, no que diz respeito à movimentação de mercadorias urbanas.

---

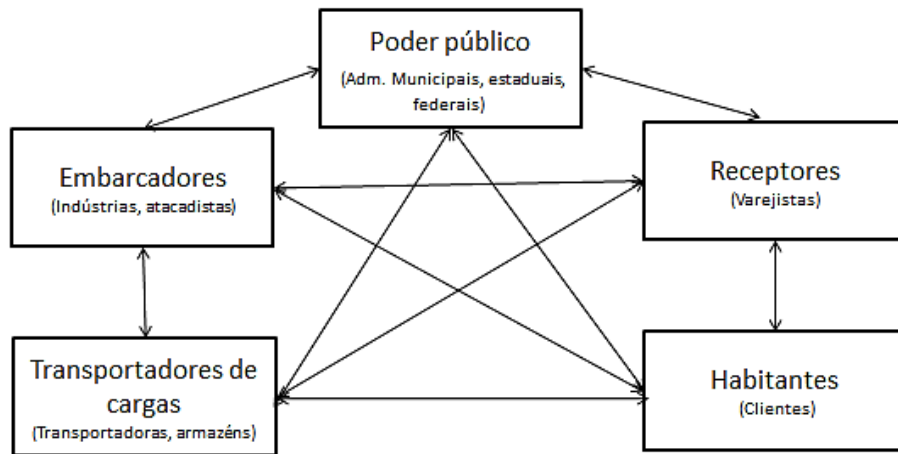
<sup>1</sup> União econômica e política de 28 Estados-membros independentes situados principalmente na Europa. Instituída em 1958, tem como objetivo defender os interesses gerais dos países membros, mediante a apresentação de propostas legislativas e, da execução da legislação de políticas orçamentárias. Dentre suas metas destacam-se: garantir uma taxa de emprego de 75% na faixa etária entre os 20 e os 64 anos; investir 3% do PIB da União em Pesquisa e Desenvolvimento; reduzir em 20% as emissões de gases com efeito de estufa em relação aos níveis de 1990; aumentar para 20% a parte da energia proveniente de fontes renováveis; aumentar em 20% a eficiência energética; reduzir para menos de 10% a taxa de abandono escolar; aumentar para, pelo menos, 40% a percentagem de pessoas entre os 30 e os 34 anos que concluíram estudos superiores; diminuir em, pelo menos, 20 milhões o número de pessoas em situação de risco de pobreza e exclusão social. (Europa.eu, 2018)

Taniguchi et al. (2001) apresentam uma estrutura para a visão do *City Logistics* baseada em três pilares: sustentabilidade, mobilidade e qualidade de vida e, transversalmente a essas, os valores sociais (Figura 3). A sustentabilidade visa minimizar os impactos ambientais (poluição e ruído). A mobilidade reporta-se aos requerimentos básicos para o transporte de mercadorias (segurança e capacidade das vias). Já a qualidade de vida, visa o tráfego seguro e o melhor ambiente à comunidade.



**Figura 3-** Pilares do *City Logistics*  
**Fonte:** (TANIGUCHI *et al.*, 2001a)

O *City Logistics* compreende o transporte urbano de mercadorias como um sistema. Essa perspectiva possibilita entender porque o transporte ocorre e, como pode ser melhorado, uma vez que um sistema é caracterizado por sua função, pelo seu objetivo, pelos seus componentes e, na forma pela qual esses componentes interagem ou influenciam uns aos outros. O transporte urbano de mercadorias tem a função de fornecer mercadorias para varejistas e consumidores nas áreas urbanas. Normalmente, os atores principais desse sistema, denominados na literatura como *stakeholders*, são: os embarcadores, os transportadores, os receptores, os residentes e o poder público. Esses atores e suas interações são descritos a seguir (Figura 4):



**Figura 4-** Atores envolvidos no transporte urbano de mercadorias

**Fonte:** Taniguchi *et al.*, 2001 (Adaptado)

- Os embarcadores são os responsáveis pelas funções de embarque de mercadorias e eles buscam maximizar seu nível de serviço, o que permite minimizar custos, tempo de coleta/entrega mantendo a confiabilidade de transporte.
- Os transportadores são os responsáveis pela distribuição e seu objetivo é minimizar os custos associados com a coleta e distribuição de mercadorias com intuito de maximizar seus lucros, existindo grande pressão para fornecer alto nível de serviço com baixos custos.
- Os receptores são empresas ou consumidores que recebem as mercadorias e priorizam a confiabilidade da entrega. Em geral, demandam maior frequência e flexibilidade das entregas para minimizar seus estoques internos.
- Os habitantes são as pessoas que vivem, trabalham e compram nos centros urbanos. Estes gostariam que houvesse a redução dos congestionamentos, da poluição ambiental e sonora e dos acidentes próximos às áreas comerciais e residenciais.
- O poder público representa os administradores municipais, estaduais e federais, sendo responsáveis pela garantia do desenvolvimento econômico da cidade, oportunidades de empregos e por, também, prezar pela qualidade de vida da população. Logo, ele também deve promover políticas visando à redução dos congestionamentos, do ruído, da emissão de poluentes e dos acidentes de trânsito.

Cada um desses atores tem seus próprios objetivos específicos e, tendem a comportar-se de maneira diferente. É imprescindível identificar os problemas e relacionar as soluções

convergentes para todos os agentes envolvidos. Os problemas enfrentados na maioria das cidades, no que se refere ao transporte de cargas, são decorrentes da complexidade presente no gerenciamento dos conflitantes objetivos e/ou interesses dos atores envolvidos na distribuição urbana de mercadorias. Também, esses problemas vêm da falta de planejamento e estratégias adequadas para lidar com os desafios inerentes ao transporte urbano de mercadorias. Sem esquecer a ausência de colaboração entre esses agentes que, não estão por ora imbuídos de uma visão abrangente do processo que lhes possibilitariam entender que o exercício da cooperação culminaria em benefícios comuns. Todos esses elementos são desafios à efetivação dos planos de mobilidade e culminam nos problemas enfrentados na maioria das cidades (VIEIRA *et al.*, 2015). Macário (2011) corrobora com essa perspectiva, quando explica que, devido ao grande número dos envolvidos no transporte urbano de mercadorias, com os conflitantes interesses, objetivos e características envolvidas, o processo de distribuição das mercadorias torna-se dispendioso. Muitas vezes, explica, abaixo de uma viabilidade econômica e financeira tida enquanto mínima. Assim, é essencial que haja a gestão das práticas aplicadas para que todos os envolvidos venham a se beneficiar e, concomitantemente, para que o sistema de transporte seja eficiente.

Dada a diversidade de aspectos e atores envolvidos no transporte urbano de cargas, o *City Logistics* incentiva a integração e colaboração entre todos os atores, para fomentar abordagens mais precisas sobre o tema no contexto das áreas urbanas e do planejamento e gestão, tendo-se em conta as necessidades dos envolvidos no processo (TANIGUCHI *et al.*, 2001). Também, a realização empírica do conceito supracitado tem potencial para estimular parcerias e colaborações mais complexas. O que por sua vez, pode impactar não apenas numa quantidade maior de processos estabelecíveis, como também, na qualidade dos serviços, da produção, da administração, do transporte e, por consequência na satisfação daquele que realiza o consumo.

Na próxima seção são apresentadas algumas medidas de *City Logistics*, apontadas na literatura, com o objetivo de melhorar o transporte urbano de mercadorias e, dessa forma, equilibrar os interesses dos atores envolvidos.

### **2.3 MEDIDAS DE CITY LOGISTICS PARA O TRANSPORTE URBANO DE MERCADORIAS**

Como ressaltado anteriormente, a demanda por transporte urbano de carga cresce a partir de um processo econômico de produção e consumo. Esta demanda será, dessa maneira,

um reflexo das atividades socioeconômicas de uma comunidade, e o transporte se constitui como meio que permite a mesma atingir estes seus fins. Neste sentido, Oliveira *et al.*, (2016) cita que os consumidores são os reguladores do mercado, pois é a partir deles que surgem as necessidades que devem ser supridas. No entanto, esses consumidores sofrem os impactos gerados por sua própria demanda. Assim, se por um lado o consumidor deseja um serviço cada vez melhor, por outro, aceita cada vez menos os efeitos negativos provenientes do tráfego de veículos gerado.

Oliveira *et al.*, (2018) ressaltam que sob o ponto de vista de desenvolvimento econômico, a distribuição urbana de mercadorias é fundamental para o desenvolvimento das cidades. Porém, no contexto de mobilidade urbana, ela contribui para o aumento dos congestionamentos, dos custos adicionais com combustível, da manutenção resultante da frequência de aceleração e desaceleração, do aumento de acidentes e da emissão de poluentes. Segundo os mesmos autores, as empresas envolvidas na entrega de mercadorias também enfrentam dificuldades de infraestrutura para trafegar, como: vias de dimensões inadequadas para veículos de grande porte, desenhos viários que não comportam o raio de giro dos mesmos, programação semafórica que não considera a velocidade de deslocamento de veículos pesados carregados, restrição horária e de circulação e até mesmo a crescente priorização do transporte de passageiros em detrimento do transporte de carga.

Outro aspecto negativo de grande impacto para o abastecimento urbano é a falta de estacionamento e locais destinados à carga e descarga (FURQUIM *et al.* . 2016). Os espaços muitas vezes são mal dimensionados, demandam de manutenção básica (como a poda de árvores e sinalização adequada) e frequentemente são ocupados por carros de passeio (CARVALHO, 2017). Tais problemas contribuem para o aumento das externalidades da distribuição urbana de mercadorias, como ruído, poluição do ar e visual, acidentes e congestionamentos (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Durante a última década, várias medidas e iniciativas de *City Logistics* foram propostas, ou implementadas, com o objetivo de amenizar os impactos negativos desses problemas. Em geral, os projetos advindos desse conceito, englobam uma, ou mais, das seguintes iniciativas: implementação de sistemas inteligentes de transporte, implantação de terminais logísticos, promoção do uso compartilhado de cargas e de transporte cooperativos, criação de áreas de acesso controladas, incentivos e subsídios do poder público e planejamento do transporte urbano de mercadorias considerando a ocupação e o uso do solo

(HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2011A, 2016A, 2016B; OLIVEIRA *et al.*, 2018; OLIVEIRA; BRAGA E ABREU, 2010; RUSSO E COMI, 2012; VAN ROOIJEN E QUAK, 2014).

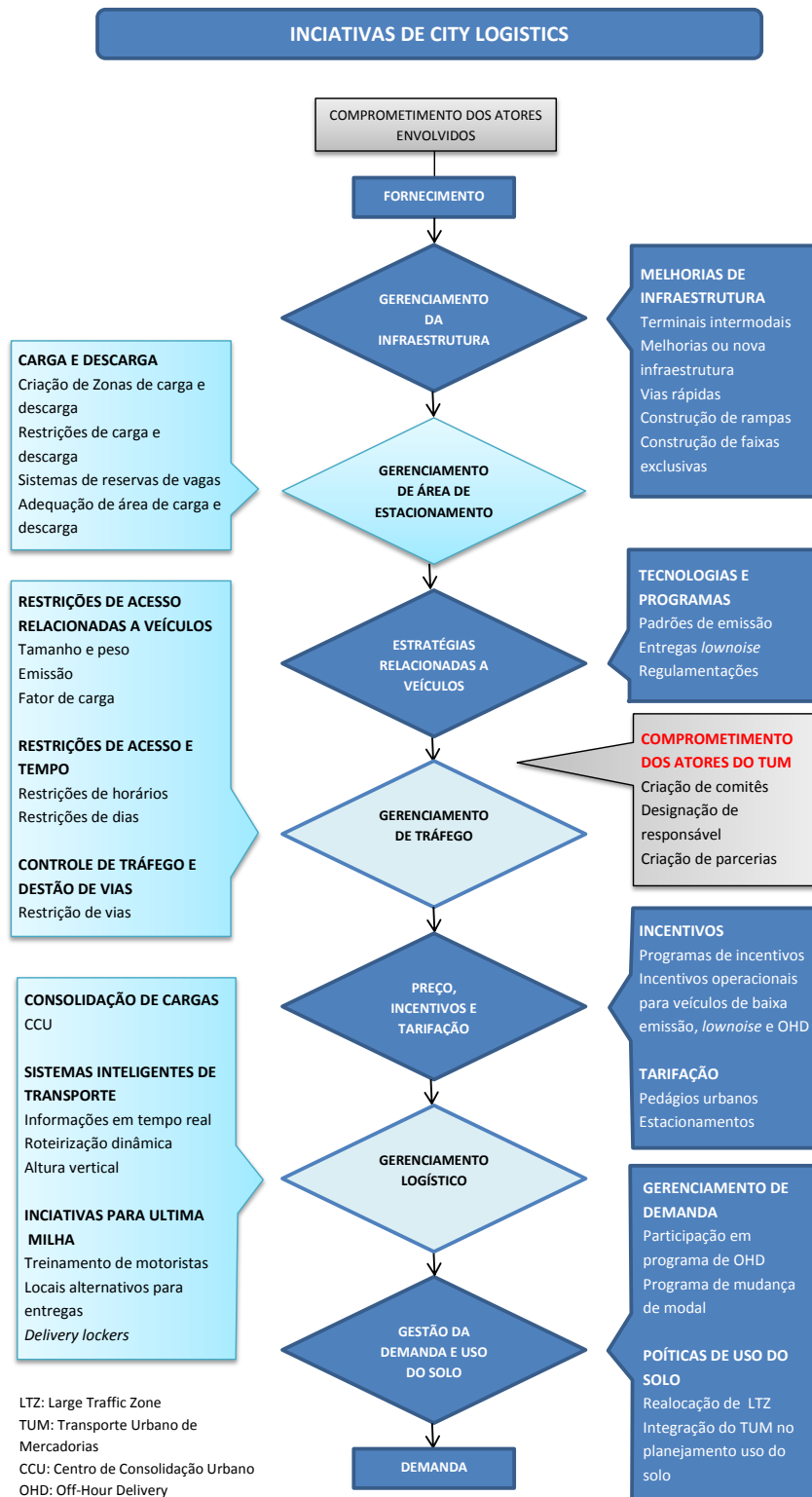
Muñuzuri *et al.*, (2005) destacam que as medidas do *City Logistics* são destinadas a resolver problemas específicos e são escolhidas de acordo com a exigências dos atores envolvidos no transporte urbano de mercadorias. Tais medidas podem ter efeito positivo para alguns grupos e negativos para outros. Os autores ressaltam que, uma forma de beneficiar mais uniformemente todos esses atores, é através da implementação de políticas estratégicas, combinando várias medidas específicas. A combinação dessas medidas pode trazer vários benefícios para todos os atores envolvidos e amenizar os problemas enfrentados. Entretanto, ao se combinar medidas, deve-se levar em consideração a compatibilidade dessas medidas (as mesmas não devem ser redundantes, contraditórias ou excluírem-se) e o efeito da solução combinada sobre os diversos atores envolvidos no processo de distribuição de mercadorias.

Holguín-Veras *et al.*, (2015) descreveram 54 medidas do *City Logistics* (ou como tratado no guia *Urban Freight Initiatives*). Os autores analisaram mais de 150 referências e as classificaram em oito grupos da seguinte forma:

- 1) Gerenciamento da infraestrutura;
- 2) Gestão de áreas de estacionamento;
- 3) Estratégias relacionadas a veículos;
- 4) Gestão de tráfego;
- 5) Preços, incentivos e tributação;
- 6) Gerenciamento logístico
- 7) Gestão da demanda e uso do solo
- 8) Comprometimento dos atores envolvidos no transporte urbano de mercadorias

O principal objetivo do guia elaborado por Holguín-Veras *et al.*, (2015) é fornecer um catálogo com potenciais medidas que podem ser consideradas pelos órgãos públicos para melhorar os seus sistemas de transporte urbano. Essas iniciativas incluem projetos, programas e políticas. O guia ainda apresenta a participação privada durante o processo. A Figura 5 apresenta um resumo dessas medidas, considerando a participação ativa dos principais atores envolvidos em todas as questões de transporte urbano de mercadorias.





**Figura 5-** Classificação das Iniciativas de *City Logistics*

Fonte: (Holguín-Veras *et al.*, 2015)

Um resumo das principais medidas de *City Logistics* é apresentado a seguir, segundo a classificação de Holguín-Veras *et al.*, (2015):

### ***Iniciativa 01- Gerenciamento de infraestrutura***

As iniciativas de gerenciamento de infraestrutura usam melhorias da infraestrutura viária existente para aumentar a mobilidade do transporte urbano de mercadorias. Esses aprimoramentos são frequentemente necessários porque o tamanho do caminhão e o tráfego aumentaram nas últimas décadas, tornando algumas estradas e edifícios obsoletos e incapazes de suportar os volumes atuais do transporte de mercadorias (ALVES *et al.*, 2018). Pode-se citar três exemplos relativos às iniciativas desse grupo. O primeiro refere-se à construção de desvios (rodovias de alta velocidade, ou via rápidas) para mover o caminhão até as áreas urbanas, os corredores de carga em Atlanta nos Estados Unidos são um exemplo desse tipo de iniciativa (Georgia Department of Transportation, 2011). O segundo refere-se à construção de faixas exclusivas para movimentação dos veículos de carga, como no caso do departamento de transporte de Minnesota (MAZE *et al.*, 2005). E o terceiro, refere-se à construção de rampas para carrinhos de mão e empilhadeiras, para melhorar a eficiência das atividades de carga e descarga, como na cidade de Los Angeles (JAIN *et al.*, 2012).

A implantação dessas medidas apresentou resultados significativos para as cidades supracitadas como redução do congestionamento, aumento da segurança, diminuição dos níveis de poluição, redução dos danos da infraestrutura urbana, entre outros (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2015). E isso, por sua vez, tem levado a várias cidades a realizar a implantação dessas medidas como Chigado, Los Angeles, Wielkopolska e Franklin, por exemplo.

### ***Iniciativa 02- Gerenciamento de áreas de estacionamento e carga e descarga***

Em muitos centros urbanos e distritos comerciais, as vagas de estacionamento são muito limitadas, o que se traduz em caminhões parados em estacionamento duplo ou passando um tempo considerável circulando em um quarteirão à espera de uma vaga de estacionamento, que se estendem até às calçadas e ruas enquanto estão estacionados em vagas subdimensionadas (JALLER; HOLGUÍN-VERAS E HODGE, 2013). Este não é apenas um problema de fiscalização. Frequentemente, o número de vagas de estacionamento disponíveis não é suficiente para satisfazer a demanda dos caminhões de entrega. Na ilha de Manhattan, na cidade de Nova York, por exemplo, existem 10 códigos postais onde a demanda por estacionamento de caminhões de entrega excede a capacidade linear das ruas para acomodá-los (JALLER; HOLGUÍN-VERAS E HODGE, 2013). Como resultado, as transportadoras são obrigadas a estacionar duas vezes e pagar grandes quantias em multas de estacionamento. Na

cidade de Nova York, as transportadoras normalmente pagam entre U\$ 500 e U\$ 1.000 mensais por caminhão em multas de estacionamento (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2010). Além disso, como os lugares de estacionamento também estão disponíveis para outros veículos comerciais, como limusines e veículos de serviço e a quantidade de estacionamento disponível para veículos de carga diminui ainda mais.

Dessa forma, além de dimensionar corretamente o número de vagas para carga e descarga, as medidas de controle do uso dessas vagas permitem que os motoristas venham a agendar, ou reservar, seus usos. Trata-se de uma racionalização da operação com vistas à movimentação planejada dos veículos de entrega. Dentre as medidas encontradas são citadas: criação de zonas de carga e descarga, restrições de carga e descarga, sistemas de reservas de estacionamento e adequação das áreas de carga e descarga.

Para lidar com os problemas das vagas de carga e descarga, a cidade de São Francisco, nos Estados Unidos, implantou novas vagas de estacionamento reservados e o uso compartilhado de espaços na rua para atividades de carga e descarga. Em Washington D.C., um estudo recomendou o fornecimento de mais vagas de estacionamento, medidores de espaço múltiplo e a precificação das zonas de carga (JONES *et al.*, 2009). Em Bordeaux, na França, foram estabelecidas áreas de entregas próximas ao centro comercial juntamente com serviços adicionais, como pessoal dedicado para auxiliar na realização de entregas. Entretanto, o desafio envolvido no estabelecimento dessas áreas em todos os casos foi garantir o espaço necessário para implantação das novas vagas, bem como sua devida fiscalização. Desafios esses, também vivenciados por diversas cidades brasileiras.

### ***Iniciativa 03- Gerenciamento da demanda e uso do solo***

O objetivo desse grupo de iniciativas é reduzir as externalidades negativas produzidas pelo transporte urbano de mercadorias, modificando a demanda subjacente, ao invés de modificar as atividades logísticas ou o tráfego de veículos. Duas subdivisões dessas iniciativas são consideradas: a primeira, que busca modificar a natureza da demanda de frete; e a segunda, que enfoca o uso do solo. Dentro desta primeira divisão um exemplo de iniciativa é o programa de entregas fora do horário de pico (*Off-Hour deliveries-OHD*).

A distribuição urbana de mercadorias em horários de picos, tem tornado a atividade mais custosa devido ao tempo perdido em congestionamentos e na busca de vagas apropriadas para carga e descarga. O programa OHD é uma estratégia de gerenciamento da demanda de frete, projetada para estimular os recebedores a aceitar entregas nos períodos fora dos horários

comerciais dos negócios. O programa OHD da cidade de Nova York é um exemplo bem sucedido de gerenciamento de demanda de cargas e um campo emergente que tenta aumentar a sustentabilidade da atividade de frete, modificando a natureza da demanda que gera tráfego de veículos de carga (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2018). O projeto foi implementado através da colaboração entre o *Rensselaer Polytechnic Institute* (RPI) e o Departamento de Transportes de Nova York, cujos esforços levaram a mais de 400 estabelecimentos comerciais da cidade a aceitar o OHD sem supervisão e, através da seleção de fornecedores confiáveis. Estima-se que o programa produziu economias de US \$ 100 a US \$ 200 milhões por ano para transportadoras, embarcadores e receptores, e diminuiu em entre 55% e 67% a emissão de poluentes, que quando comparada às entregas feitas no horário comercial, resultou em uma redução líquida de 2,5 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>. A economia em multas de estacionamento girou em torno de US \$ 9.000 (45% do total) e reduziu-se o conflito entre caminhões de entrega, carros e pedestres. Por fim, os benefícios econômicos totais, entretanto, as outras vantagens citadas, excederam US\$ 20 milhões por ano, na cidade de Nova York.

Como observado, a adoção do programa OHD permitiu mudanças econômicas e sustentáveis melhorando a qualidade de vida nas cidades, bem como o seu desenvolvimento econômico e ambiental. Entretanto, como demonstrados nos estudos de Bertazzo *et al.*, (2015) e Oliveira; Braga e Abreu (2010), existem algumas barreiras para adoção do programa no Brasil, como a falta de segurança e de funcionários para receber as mercadorias. Uma forma de enfrentar essas dificuldades é através da busca de formas para aumentar a atratividade da iniciativa aos varejistas, e aos transportadores, mediante incentivos fiscais, com investimento em segurança, entre outros.

A segunda divisão das iniciativas desse grupo lida com a concentração espacial e a distribuição das atividades econômicas que produzem e consomem carga - frequentemente chamadas de “uso do solo” pelos economistas - e que desempenham um grande papel na geração de viagens de mercadorias. Este é um fato muito importante e frequentemente negligenciado, uma vez que segundo Holguín-Veras *et al.*, (2013), mais da metade dos setores da indústria que produzem e consomem carga têm geração constante de frete, que, como demonstrado pelo autor, não depende do tamanho do negócio. E, geram impactos negativos para toda a comunidade urbana.

As medidas do uso do solo compreendem: integração do transporte urbano de mercadorias no processo de planejamento e uso do solo, e avaliação dos grandes

empreendimentos geradores de tráfego (*large traffic generator- LTZ*). Ao se considerar a realocação dos grandes empreendimentos para melhorar as condições do trânsito, muitos podem ser os equívocos e o potencial para os efeitos não intencionais é alto. Embora seja natural as comunidades locais próximas de um grande gerador de tráfego quererem que este seja realocado por causa das externalidades que produz, a experiência sugere que uma avaliação cuidadosa deve ser dada aos impactos não intencionais que esta atividade pode causar. Por isso, é importante incluir o estudo do transporte urbano de mercadorias no processo de planejamento e uso do solo, bem como avaliar os impactos que sua geração de frete gera sobre essas comunidades (YANNIS; GOLIAS E ANTONIOU, 2006).

#### ***Iniciativa 04- Estratégia relacionada a veículos***

Essas iniciativas buscam melhorar as condições ambientais, de modo a promover o uso de tecnologias e de práticas, que reduzam as externalidades negativas produzidas pelos veículos de carga, em termos de emissão e poluentes. A primeira delas é a imposição de padrões de emissão, que tem por objetivo promover o uso de veículos elétricos, ou de baixa emissão, para entregas urbanas. Na sequência estão os programas de baixo ruído (*Lownoise*), que visam à redução da poluição sonora, a partir das regulamentações e iniciativas de fornecimento de baixo ruído. Entretanto, essas iniciativas, embora melhorem a habitabilidade local, implicam em mudanças nas frotas dos veículos, o que demanda alto investimento e alta manutenção, sendo estes os principais desafios às suas implantações.

Existem diferentes programas que visam, ou acelerar o uso de veículos mais limpos, antes da introdução de padrões de emissões, ou que buscam aumentar voluntariamente a captação desses veículos. O *Hunts Point Clean Trucks Program* é um exemplo de programa que fornece subsídios para a aquisição de caminhões “mais limpos” em Nova York (Holguín-Veras *et al.*, 2015). Com relação à poluição sonora, os programas *Lownoise* podem facilitar as entregas OHD (JALLER; HOLGUÍN-VERAS E HODGE, 2013). O programa PIEK, na Holanda, subsidia a aquisição de tecnologias que atendem aos padrões de ruídos regulamentados (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2015).

#### ***Iniciativa 05- Gerenciamento de tráfego***

Essas iniciativas visam melhorar as condições de tráfego por meio de técnicas de engenharia e controle de tráfego. Tais medidas incluem restrições de acesso, gerenciamento de faixa e o controle de tráfego (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2015). As restrições de acesso

podem limitar, conceder ou negar acesso de veículos de carga a determinada região. A natureza das restrições varia em termos de tipo de veículo (por exemplo, tamanho, peso, fator de carga, tipo de mercadoria ou tipo de motor) e hora da viagem. Essas restrições não são bem recebidas pela maioria das operadoras, pois resultam em mudanças operacionais e custos mais altos.

Um exemplo desse tipo de iniciativa são as Zonas de Baixas Emissões (*Low emission zone-LEZ*) (VAN ROOIJEN E QUAK, 2014). As LEZs são usadas em áreas ambientalmente sensíveis onde o acesso de veículos é restrito para reduzir os níveis de poluição. Em alguns casos, todo o tráfego de veículos é proibido; em outros, são permitidos veículos que atendem a um padrão ambiental mínimo. As LEZs são populares na Europa, onde essa iniciativa já foi implantada em mais de 220 cidades, e já começaram a ser implementadas em outras partes do mundo, como na cidade do México. O uso dessa iniciativa normalmente leva a grandes reduções em viagens, emissões e ruídos, especialmente quando combinadas com incentivos ou outras políticas que incentivam a mudança para veículos movidos a combustíveis alternativos. Cidades europeias com LEZs incluem: Paris, Milão, Roma, Florença, Atenas, Budapeste, Munique, Delft, Berlim, Amsterdã, Copenhague e Londres.

De acordo com Fuquim; Vieira e Oliveira, (2018), a restrição de peso e tamanho dos veículos, é uma prática comum nas cidades brasileiras e pode ser encontradas nas principais capitais do país como: São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, São Luiz, Salvador, Recife, Natal, Porto Alegre, Belém, Goiânia, Maceió, Manaus, Campo Grande e Fortaleza. Com a implantação dessa restrição no Brasil popularizou-se o uso dos Veículos Urbanos de Carga (VUC). Porém Dablanc (2007) ressalta que a restrição veicular, baseada no peso ou tamanho do veículo, incentiva o uso de veículos de carga com menor porte, o que aumenta o congestionamento, e por consequência, reduz a eficiência do transporte urbano de mercadorias. Tal afirmação é corroborada com os resultados de Vieira; Fransoo e Carvalho, (2015) para a cidade de São Paulo. Por fim, as restrições de horário de viagem podem limitar as entregas durante um período do dia, ou hora do dia.

As outras iniciativas desse grupo compreendem o controle de tráfego e a questão de faixa, onde ambas buscam a promoção e o uso da capacidade disponível de uma via. O objetivo dessas práticas é a otimização e a alocação dos direitos de passagem pela faixa. Nas áreas urbanas, onde a capacidade da via é limitada, o gerenciamento de faixa é frequentemente usado para melhorar a utilização e mobilidade da pista, por meio da separação dos caminhões em relação aos demais veículos. A explicação para isso está no fato de os

caminhões serem mais largos e pesados que outros veículos, desta forma, os problemas de mobilidade e os riscos de segurança para os demais usuários são potencializadas (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2015).

### ***Iniciativa 06- Incentivos e Tarifação***

Esse grupo de iniciativas usa sinais monetários para atingir metas públicas pré-definidas, para fomentar o uso de tecnologias emergentes e para favorecer o gerenciamento da demanda de transporte urbano de mercadorias. Os pedágios urbanos são exemplos de tarifação cobrada e tem sido recomendado para reduzir o tráfego de veículos de carga, promovendo uma melhor utilização da capacidade destes veículos (BROWNE *et al.*, 2007; TANIGUCHI; THOMPSON E TADASHI, 2014). Em teoria, o aumento nos custos de transporte, produzidos por essa iniciativa, levaria a uma redução no tráfego de caminhões. Entretanto, uma pesquisa empírica realizada por Holguín-Veras *et al.*, (2015), indicou que, em mercados altamente competitivos, esse não é o caso. Como resultado da competitividade, as transportadoras tendem a absorver os custos do pedágio, com o objetivo de evitar quaisquer alterações operacionais que possam perturbar os clientes e levar a perda dos mesmos. Se esse custo fosse repassado aos clientes, acredita-se que o mesmo, seria incentivo para promover entregas fora do horário de pico (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2011).

Dentro desse grupo de iniciativas, ainda se encontram aquelas que buscam promover práticas sustentáveis incentivando um ou mais atores do transporte urbano de mercadorias, utilizando incentivos monetários e não monetários e incentivos fiscais. Neste contexto, com a combinação do poder dos incentivos e regulamentações, é possível obter um impacto significativo no comportamento desses atores. O setor público pode fornecer incentivos para promover a adoção de veículos *eco-friendly* ou substituição dos motores poluentes, enquanto cobra penalidades a transportadores que usam veículos ineficientes e fora das regulamentações dos padrões ambientais mínimos (BROWNE; ALLEN E LEONARDI, 2011). Entretanto, até o momento há poucos estudos que analisem a eficácia desses programas, ou sobre como estrutura-los. Os poucos esforços de pesquisa estão relacionados a programas de incentivo que podem ser aprimorados pela promoção de práticas sustentáveis entre as partes interessadas. Um exemplo desses programas é o modelo de OHD, na cidade de Nova York (Holguín-Veras *et al.*, 2018), que demonstra que o reconhecimento público, aumenta a probabilidade de participação de todos os atores nos projetos, como já citado.

### ***Iniciativa 07- Gestão Logística***

O principal objetivo dessas medidas é alterar a forma como as entregas são realizadas para reduzir as externalidades negativas produzidas. No entanto, essas estratégias também podem melhorar a eficiência da jornada de entrega de última milha por meio do gerenciamento adequado de combustível e de motoristas, reduzindo jornadas vazias ou de baixo volume e a consolidação de viagens de entrega. Abaixo são apresentadas três exemplos de medidas desse grupo:

- Centros de Consolidação Urbana (CCU): essas instalações buscam reduzir o tráfego de cargas em uma área-alvo, consolidando a carga em um terminal. Em teoria, as transportadoras que poderiam fazer viagens separadas para a área de destino com fatores de carga relativamente baixos transferirão suas cargas para uma transportadora neutra que consolida a carga e conduz a última parte das entregas. As transportadoras pagam ao operador de CCU uma taxa por entrega realizada, enquanto reduzem seus custos, por não ter que fazer a parte final da entrega. Como benefício, o uso dessas instalações pode reduzir o tráfego de carga, os níveis de congestionamento e a poluição.
- Sistemas Inteligentes de Transporte (*Intelligent Transportation Systems- ITS*): são sistemas que fornecem orientação de rota para os motoristas sobre: rotas preferidas, restrições de peso e altura do veículo, regulamentação de acesso e carregamento, e orientação para localização de vagas de estacionamento. O uso desses sistemas já está em funcionamento em cidades europeias como: Berlim, Londres e Paris (BROWNE *et al.*, 2007; DABLANC E BEZIAT, 2015).
- Pontos alternativos de coleta e entrega (*Collection and delivery Points- CDPs*): essa iniciativa fomenta o uso de locais alternativos para retirada e entrega, como armários de entrega e agências dos correios, que são usados como mini depósitos, locais de coleta e de distribuição de cargas. Em vez de caminhões que fazem as entregas finais, os clientes viajam até a área de coleta para recuperar suas mercadorias. Acredita-se que essas práticas reduzem os custos de entrega e as taxas de insucesso na entrega. Tais medidas são utilizadas, principalmente, em entregas de compras estabelecidas no comércio eletrônico (CONWAY *et al.*, 2016).

### ***Iniciativa 08- Comprometimento dos Atores envolvidos***



Aumentar a compreensão das questões do transporte urbano de mercadorias, entre a liderança do setor público e do setor privado, é um dos princípios críticos que definem os objetivos deste grupo de medidas. O setor público não pode tratar dos problemas do transporte urbano de mercadorias sem, necessariamente, entender os fenômenos envolvidos no processo. Muitas vezes, as decisões políticas, advindas do poder público, tem um potencial causador de problemas, ainda que não intencionais, nas questões de zoneamento, de projeto urbano, de regulamentos de estacionamento e de restrições a rotas de caminhões (ALVES *et al.*, 2018). Por isso, o necessário conhecimento acerca dos fenômenos envolvidos no transporte urbano de mercadorias, é parte do exercício responsável de gestão moderna que o estado deve implantar na sua esfera de atuação (OLIVEIRA *et al.*, 2016a).

O engajamento efetivo do setor privado requer a criação de mecanismos para discutir questões de transporte urbano de mercadorias com o setor público. Também o mesmo critério de criação de mecanismos é necessário para dialogar com os demais atores envolvidos. Uma vez estabelecidas as ferramentas de comunicação, pode-se identificar possíveis soluções e estabelecer os papéis das várias partes interessadas para garantir compromissos com as iniciativas tomadas entre os envolvidos no processo.

O processo de seleção da iniciativa mais apropriada, para abordar os problemas do transporte urbano de mercadorias, está longe de ser simples. A maioria dos casos envolve grande quantidade de nuances, como: conflitos entre os atores envolvidos, consideração de fatores complexos como tempo, quantidade, tipo e volume das entregas, inclusão dos *trade-offs* custo, modal, estoque e atenção às principais restrições de implantação de iniciativas (MUÑUZURI *et al.*, 2005). O envolvimento extensivo das partes interessadas e a coleta de dados geralmente precisam proceder à etapa de seleção de uma iniciativa. Os principais insumos necessários para reduzir o conjunto de alternativas potenciais devem, no mínimo, incluir quatro considerações: (1) alcance geográfico do problema; (2) principais metas e objetivos a serem atingidos; (3) principais restrições e; (4) causas do problema (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2015).

Depois de selecionar qual, ou quais, iniciativas mais apropriadas para resolver um determinado problema, algumas considerações precisam ser feitas. Estas considerações justificam-se na medida em que podem garantir a implementação bem sucedida das propostas. Também, elas envolvem questões de planejamento, operações, engajamento, gestão e integração de riscos. De acordo com Holguín-Veras *et al.*, (2015), cada iniciativa inclui questões que os planejadores devem conhecer, antes de seguir com o processo de

implementação, a lista completa das iniciativas, bem como suas particularidades, pode ser encontrada em Holguín-Veras *et al.*, (2015).

Até aqui, foram apresentados os conceitos do transporte urbano de mercadorias e do *City Logistics*, bem como o resumo de algumas medidas e atores envolvidos. Nas próximas seções, são discutidos os problemas específicos desse estudo, qual seja, o transporte urbano de mercadorias em cidades históricas, seus problemas, medidas de *City Logistics* indicadas para minimizar os problemas resultantes da atividade, a utilização dos modelos de geração de viagem e de SIG para o transporte urbano de mercadorias.

### **3. TRANSPORTE URBANO DE MERCADORIAS EM CIDADES HISTÓRICAS**

De acordo com Stevan *et al.*, (2018), o objetivo das atividades logísticas relativas à distribuição física de mercadorias é, por meio de um equilíbrio entre eficiência e responsividade, determinar a melhor maneira de realizar esta operação. Para tanto, é necessário considerar, entre outras especificidades: (i) características da carga; (ii) o local da entrega; (iii) o prazo entre a colocação do pedido e a entrega; (iv) especificidades do recebedor como, por exemplo, se a entrega é assistida; (v) se é possível o agendamento da entrega. No entanto, quando se trata da distribuição de mercadorias em cidades históricas, há outros fatores igualmente importantes, sendo o trânsito e a infraestrutura local para carga e descarga, os maiores desafios para o planejamento da distribuição urbana de mercadorias (ALVES *et al.*, 2018). Esses fatores podem limitar o transporte urbano de mercadorias e agravar ainda mais os problemas de mobilidade existentes nas regiões históricas, como: congestionamento, falta de estacionamento, poluição, desgaste da infraestrutura viária, entre outros. Neste sentido, normas e políticas regionais devem ser consideradas durante o processo de planejamento da distribuição de mercadorias dessas cidades (BESTUFS, 2007).

Segundo Stevan *et al.*, (2018), algumas medidas normativas para amenizar os problemas da operação de distribuição urbana de mercadorias, já foram implantadas em cidades históricas e resultaram na restrição à circulação de caminhões em áreas e/ou horários específicos. Essas restrições têm dois objetivos. O primeiro, de realizar a mitigação de impactos negativos advindos da circulação desses veículos de maior porte (emissão de gases de efeito estufa, poluição sonora, aumento dos congestionamentos). O segundo, de realizar a preservação do patrimônio histórico cultural e da infraestrutura urbana da cidade. Entretanto, a limitação espacial e temporal, impostas por essas medidas impactam diretamente sobre a eficiência das empresas que realizam entrega/recebimento de mercadorias (transportadores e varejistas). Um estudo brasileiro, realizado por Bontempo *et al.*, (2012) aponta que, com a restrição da circulação de veículos de grande porte, há um aumento da quantidade de veículos de pequeno porte em circulação, o que por sua vez, causa um aumento da quantidade de problemas urbanos como: congestionamentos; falta de lugares para estacionar, seja particular ou, principalmente, para carga e descarga; poluição sonora e do ar; acidentes de trânsito; distúrbios climáticos locais com a possibilidade de intervenção no aquecimento global; degradação da qualidade de vida; entre outros (SANCHES JUNIOR, 2008).

Esses problemas quando associados à falta de espaço para movimentação de mercadorias, ruas estreitas e ao tráfego da cidade, causam um aumento no tempo das entregas, dificultam a localização de locais adequados para estacionar e na movimentação das mercadorias entre o veículo e o estabelecimento. Portanto, percebe-se que o transporte urbano de mercadorias é afetado pelas restrições locais (Dablanc, 2007) e deve ser estudado segundo as características urbanas de cada localidade, como no caso de cidades históricas. Essas restrições raramente têm sido consideradas no planejamento urbano e isso tem gerado vários problemas para a movimentação de mercadorias nessas cidades. Fato esse, atribuído por Kijewska e Iwan, (2016) e Lindholm e Behrends, (2012), à inexistência de dados atualizados sobre o transporte urbano de mercadorias, muitas vezes dependente de recursos financeiros para serem coletados e necessários para a realização de um bom planejamento urbano.

No Brasil, são poucos os estudos realizados sobre o transporte urbano de mercadorias em cidades históricas. As decisões relacionadas ao tema ainda são tomadas de forma empírica ou com base na experiência vivida por outras cidades (ALVES *et al.*, 2018; CARVALHO 2017; GILBERT, 2016; VIANA, 2016). De outro modo, em cidades históricas europeias, algumas políticas para amenizar os problemas do transporte urbano de mercadorias já foram implantadas, abordando medidas sustentáveis e retratam alguns dos problemas vivenciados pelas cidades históricas brasileiras, como congestionamento, poluição, desgaste da infraestrutura urbana, falta de vagas de estacionamento, ruas estreitas e a competição pelo espaço urbano.

Navarro *et al.*, (2016), estudou o uso de veículos elétricos como forma de contribuir para a melhoria da eficiência energética no transporte urbano de mercadorias, reduzindo a emissão de ruídos e poluentes na cidade de Valencia na Espanha. Dezi *et al.*, (2010), propôs a implantação de novas vagas de estacionamento para carga e descarga de mercadorias para mitigar os problemas de tráfego na cidade de Roma, na Itália. Duin *et al.*, (2016), estudou a viabilidade financeira de implantação de um CCU sustentável, abordando aspectos ambientais e sociais, para reduzir os custos de transporte, a emissão de poluentes e o congestionamento em cidades históricas do Reino Unido. Um resumo das principais medidas estudadas para cidades históricas é apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2-** Resumos das principais medidas estudadas para cidades históricas

<b>Medidas</b>	<b>Autores</b>
Utilização de Centros de Consolidação Urbana (CCU)	(SWAMY e BAINBUR, 2014); (ROS-MCDONNELL <i>et al.</i> , 2018); (OLSSON e WOXENIUS, 2014); (NOCERA e CAVALLARO, 2017); (ANTÚN <i>et al.</i> , 2010); (ANTÚN, 2016); (ANTÚN <i>et al.</i> 2016); (MORGANTI e GONZALEZ-FELIU, 2015); (DUIN <i>et al.</i> , 2016); (SCHLIWA <i>et al.</i> , 2015)
Implantação de vagas para carga e descarga	(SWAMY e BAINBUR, 2014); (DEZI <i>et al.</i> 2010); (ROS-MCDONNELL <i>et al.</i> , 2018); (ANTÚN <i>et al.</i> , 2010); (ANTÚN <i>et al.</i> 2016)
Uso de Intelligent Transport Systems (ITS)	(SWAMY e BAINBUR, 2014); (MARCIANI <i>et al.</i> , 2016); (ANTÚN, 2016); (MAŁECKI <i>et al.</i> , 2014). (MARCIANI; COSSU, 2014); (PINO <i>et al.</i> , 2014)
Programas Off-hour Deliveries (OHD)	(MARCUCCI e GATTA, 2017)
Uso de Veículos elétricos	(SWAMY e BAINBUR, 2014); (NAVARRO <i>et al.</i> , 2016); (ANTÚN <i>et al.</i> , 2010); (ANTÚN, 2016); (ANTÚN <i>et al.</i> 2016); (SCHLIWA <i>et al.</i> , 2015); (FOLTYŃSKI, 2014)
Acesso a corredores de carga	(SWAMY e BAINBUR, 2014); (ROS-MCDONNELL <i>et al.</i> , 2018); (ANTÚN <i>et al.</i> 2016);
Operações de Cross-docking	(ANTÚN, 2016); (PINO <i>et al.</i> , 2014)

A maior parte desses trabalhos da tabela 2 utiliza medidas como CCU, ITS e veículos elétricos para tentar amenizar os problemas de transporte urbano de mercadorias em cidades históricas. Duin *et al.*, (2016), através de estudo realizado em algumas cidades históricas do Reino Unido, demonstra que a utilização de CCU pode diminuir a distância total percorrida e as emissões de CO<sub>2</sub> em 20% e 54%, respectivamente. Piarc, (2012), em seu estudo sobre o gerenciamento de áreas de estacionamento na cidade de Roma, na Itália, afirma que o uso ITS pode reduzir em até 56% a demanda de vagas destinadas para carga/descarga da cidade, distribuindo a ocupação dessas vagas ao longo do dia. Marciani *et al.*, (2016), ao estudar estratégias inovadoras para realização do transporte urbano de mercadorias para na cidade da Grécia, na Itália, relata que o uso de veículos elétricos tem o potencial de diminuir a emissão de poluentes e o congestionamento das cidades em até 40%. Entretanto, através de experiências anteriores, os mesmos autores ressaltam que a dependência de incentivos fiscais e de investimentos financeiros para a criação e manutenção dessas medidas podem fazer com que seu funcionamento cesse ao longo do tempo.

Aumentar a capacidade de estacionamento para carga e descarga também pode ser alternativa eficiente e barata para reduzir os problemas de transporte urbano de cargas em cidades históricas. Ros-Mcdonnell *et al.*, (2018) afirma que a implantação de vagas de estacionamento pelas autoridades públicas, pode reduzir o tempo de procura de locais para estacionar pelos motoristas, bem como subtrair o congestionamento em áreas urbanas. Entretanto como demonstram Alves *et al.*, (2018), essa alternativa deve ser criteriosa,

principalmente quando se trata de uma cidade histórica que recebe muitos turistas. As vagas de carga e descarga devem fornecer uma solução para o transporte urbano, mas sem alterar o espaço urbano e prejudicar os usuários, ou restringir o uso do meio-fio, por exemplo. Dessa forma o estudo da localização destas vagas, deve ser criterioso para que não prejudique os demais usuários nem a disponibilidade de estacionamentos particulares, utilizados pelos clientes das lojas para realizar suas atividades comerciais.

Embora menos estudada para cidades históricas, a implantação de programas OHD é outra alternativa para reduzir os problemas do transporte urbano de mercadorias. Essa alternativa pode mover as entregas realizadas durante o período do dia para horários fora de pico e reduzir a demanda de vagas para estacionamento nas áreas urbanas, bem como a redução do tráfego de caminhões durante o dia. Holguín-Veras *et al.*, (2018) demonstram, através de estudo em cidades europeias, que a utilização do OHD pode reduzir os custos operacionais e as multas de estacionamento em 45% e, as emissões de poluentes entre 55% / 67%. Isso por sua vez, aumenta a qualidade de vida dos cidadãos e diminui os conflitos entre caminhões de entrega, carros, bicicletas e pedestres. No entanto, como já ressaltado anteriormente, a experiência em cidades brasileiras mostra que para a eficácia dessa iniciativa são necessárias condições de segurança pública e fornecimento de incentivos fiscais para a adesão das empresas e transportadoras (OLIVEIRA, 2013).

Como observado, existe uma série de medidas para o transporte urbano de mercadorias em cidades históricas, aplicadas de acordo com os problemas e necessidades locais. Holguín-Veras *et al.*, (2014), afirma que o primeiro passo para escolha dessas medidas é entender como esse sistema funciona e quantificar os impactos que a atividade gera sobre as áreas urbanas, através do seu fluxo de viagens. Para isso, pode-se fazer uso dos modelos de geração de viagens.

Alho *et al.*, (2016) afirma que esses modelos têm o potencial de caracterizar os fluxos de carga em um ambiente urbano e podem auxiliar no dimensionamento da infraestrutura urbana contribuindo para redução dos impactos negativos das operações de transporte urbano de mercadorias. O autor também ressalta que, esses modelos, quando bem desenvolvidos, apresentam bons resultados e auxiliam na busca de medidas para amenizar o transporte urbano de mercadorias. Entretanto, assim como as características de cada cidade, os modelos desenvolvidos para cada localidade são únicos e ao se estudar a atração e geração de viagens para determinada região, é necessário desenvolver modelos específicos para uma avaliação

mais adequada dos impactos causados pelo transporte urbano de mercadorias (PORTUGAL, 2012).

Nesse contexto, o próximo capítulo descreve os modelos de geração de viagem utilizados nesse estudo e que darão subsídio às análises futuras desse trabalho. Vale a pena ressaltar que existem inúmeros modelos disponíveis na literatura, porém serão descritos aqui os que apresentam os melhores resultados para estudos do transporte urbano de mercadorias. Esses modelos também são os mais utilizados na literatura de acordo com (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2014).

## 4. MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS E O USO DE SIG PARA O TRANSPORTE URBANO DE CARGAS

A estimativa da Geração de cargas (GC) é um componente crucial do planejamento do transporte de carga, uma vez que essas análises fornecem informações críticas sobre as quantidades de carga e viagens produzidas e atraídas pelas várias regiões de análise de tráfego. Geração de cargas (GC) refere-se à produção e atração de carga, medida por toneladas ou volume, por exemplo, enquanto a Geração de Viagem de Carga (GVC) refere-se à produção e atração de viagens por estabelecimento.

Essas viagens são resultado das atividades econômicas realizadas em áreas urbanas e podem produzir impactos negativos na sociedade, como emissões de poluentes locais e GEE (gases de efeito estufa), ruídos e congestionamentos, e também são um grande consumidor de recursos naturais, como gás natural e petróleo (CAMPBELL et al. 2018). Assim, é importante incorporar o transporte urbano de mercadorias na tomada de decisões de transporte para aumentar a eficiência desse sistema. A falta de pesquisa e conhecimento para compreensão do funcionamento do transporte urbano de mercadorias pode se apresentar como um grande desafio para o setor público e as agências de transporte no planejamento, avaliação e previsão dos impactos do tráfego de veículos associados (Álvares; Coelho; Souza, 2016).

Segundo Portugal et. al. (2012), dentre as metodologias disponíveis à estimativa de GC e GVC, aquela desenvolvida pelo *Institute of Transportation Engineering* (ITE, 2008) tem sido a mais utilizada nas pesquisas acadêmicas. Para modelar o fluxo de viagens do transporte urbano de mercadorias, essa metodologia utiliza diferentes abordagens, incluindo modelos lineares e logarítmicos lineares. Os autores ressaltam a importância desta organização americana, citando a cidade de *Bervely Hills* (Califórnia), que limitou seu zoneamento após última publicação do guia para geração de viagens e estacionamento do ITE (2010), definindo “que a intensidade do uso não deve exceder dezesseis (16) viagens de veículos por hora, ou 200 viagens de veículos por dia para cada 1.000 pés quadrados de área (92,903m<sup>2</sup>)”. Tal metodologia utiliza como técnica estatística a regressão linear e o método dos mínimos quadrados para desenvolvimento e validação dos modelos de geração de viagens e tem sido utilizada por países europeus, como Holanda, França e Inglaterra, para estudos similares. O uso dessas técnicas estatísticas se justifica, pois, segundo (Holguín-Veras et al., 2016): 1) os dados necessários para estimar modelos de geração de viagens mais avançados e precisos não estão prontamente disponíveis em bases de dados ou órgãos públicos e 2) deve-



se notar que esses modelos relativamente simples fornecem estimativas sólidas de geração de viagens no nível do estabelecimento, entre outras razões.

Ainda segundo Andrade e Portugal (2012), no desenvolvimento dos modelos para GC e GVC, deve-se incorporar na dimensão metodológica a abordagem e a forma de obtenção de dados, as variáveis explicativas, os elementos da amostra e a data da pesquisa. Para o desenvolvimento da pesquisa, recomenda-se:

- 1) Considerar a natureza do modelo proposto (tipo e tamanho do empreendimento, situação geográfica, hora/dia que o modelo será calibrado);
- 2) Escolher empreendimentos que reúnam características similares às que se pretende modelar para a demanda de viagens. Com pelo menos três empreendimentos, é possível se chegar a uma taxa média de geração de viagens. Com cinco empreendimentos, é possível utilizar equações de regressão linear;
- 3) Coletar dados sobre o funcionamento da entrega de mercadorias desses empreendimentos;
- 4) Verificar a correlação estatística entre o volume de viagens geradas.

Alguns estudos consideraram a receita, a área, a renda, o segmento industrial e o tipo de negócios como variáveis explicativas para geração dos modelos (ALHO E SILVA, 2017; HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2011, 2013). Outros estudos, tentando realizar estimativas mais complexas, utilizando variáveis de uso do solo, além da área do estabelecimento, classe industrial do negócio, propriedade do caminhão, classe de uso do solo e valor solo. Entretanto, para validação e desenvolvimento dos modelos (Campagna *et al.*, 2017; Holguín-Veras *et al.*, 2016b; Holguin-Veras; Gonzalez-Calderon, 2015) diversos trabalhos indicam que, normalmente, é melhor usar a quantidade de funcionários e outros indicadores econômicos como variáveis independentes na estimativa de GC e GVC (EBIAS, 2014; HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2011, 2013; OLIVEIRA, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2016). Essa variável, segundo os autores, apresenta uma relação direta com o tamanho do estabelecimento e conseqüentemente, com o número de viagens recebidas e atraídas. Quanto maior o número de funcionários, maior tende a ser o porte do estabelecimento e maior o número de viagens que ele tende a receber. Além disso, o número de funcionários também é a variável que apresentem o menor grau de variabilidade estatística entre os modelos (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2016b).

Os modelos disponíveis na literatura geralmente incluem o número total de funcionários em tempo integral, como variável explicativa, como forma de contabilizar todos os tipos de funcionários (em tempo integral e não integral) ao invés de variáveis separadas. De acordo com Holguín-Veras *et al.*, (2011); (2013) isso ocorre porque os padrões de geração de viagens de cargas variam entre os diferentes setores da indústria. A falta de conjuntos maiores de variáveis explicativas requer diferentes formas funcionais para realizar estimações. A lógica por trás disso é que, como estudos anteriores mostram Holguín-Veras *et al.*, (2016), certos setores da indústria podem exibir uma taxa constante de viagens geradas, enquanto outros podem aumentar sua taxa de produção proporcionalmente ao emprego ou à receita. Isso pode ser representado por dois tipos de modelos: linear e não linear.

Os modelos lineares estimam o número de viagens geradas em função de um termo constante mais um parâmetro que determina a proporção em que as mudanças nas variáveis independentes aumentam ou diminuem o número de viagens geradas (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2016). O segundo conjunto de modelos é não linear e tem diferentes formas não lineares. Um desses tipos de modelos corresponde a transformações logarítmicas de variáveis para produzir modelos de regressão linear, que seriam capazes de descrever padrões não lineares nos dados. Entre esses tipos de modelos, incluem-se os modelos logarítmicos lineares. A forma funcional desses tipos de modelos é explicada a seguir (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2016).

#### *Modelos Lineares (Lineares)*

Esses tipos de modelos assumem uma relação proporcional entre o Número de Viagens de Cargas Geradas (NVCG) por um estabelecimento e as variáveis independentes consideradas (neste caso, emprego, tipo de indústria e localização). Alguns modelos também podem incluir parâmetro constante que adiciona uma taxa constante de viagens produzidas independentemente do efeito das variáveis explicativas consideradas. O modelo linear apresenta a seguinte forma:

$$NVCG = \alpha + \beta x \quad (1)$$

Onde  $\alpha$  é o parâmetro estimado, que representa a taxa constante de viagens e  $x$  representa a variável usada no modelo. Para o caso deste projeto, essa variável é o número total de funcionários equivalentes em tempo integral.

### *Modelos logarítmicos lineares (Lin-Log)*

Estes tipos de modelos assumem que o NVCG por um estabelecimento é proporcional ao logaritmo natural das variáveis independentes consideradas. No caso destes modelos, um parâmetro constante também pode ser incluído se for estatisticamente significativo. O modelo logarítmico linear apresenta a seguinte forma:

$$NVCG = \alpha + \beta \ln(x) \quad (2)$$

Onde  $\alpha$  é o parâmetro estimado que representa a taxa constante de viagem e  $x$  representa a variável independente utilizada.

Segundo Portugal *et al.*, (2012), existem diversos modelos de geração de viagens (lineares e logarítmicos lineares) desenvolvidos e disponíveis na literatura e os mesmos variam de acordo com o tipo de empreendimento, porte, atividade, localização, dentre outros. Buscando estudar o comportamento desses modelos, Oliveira *et al.*, (2016b) e Souza *et al.*, (2010), realizaram um levantamento dos principais modelos disponíveis na literatura, para os diversos setores econômicos, com objetivo de estudar sua transferibilidade para outras cidades. Entretanto, os mesmos autores ressaltam que esses modelos foram desenvolvidos e calibrados em função das condições do sistema de transportes que prevalecem no local e na época do estudo. Essas informações podem mudar com o tempo, resultando em erros nas projeções de demanda, além de que problemas específicos existentes no sistema de transporte em análise também podem comprometer os resultados. Sendo assim, sua utilização para outras localidades, requer uma análise criteriosa sobre a representatividade desses modelos para as regiões que se pretende estudar.

Filho (2013), salienta que a magnitude do problema é ainda maior em países em desenvolvimento<sup>2</sup>, como é o caso do Brasil, porque enquanto o planejamento de transportes em países desenvolvidos trabalha com uma situação em que prevalecem populações e áreas urbanas relativamente estáveis, as análises de demanda em cidades brasileiras incluem até mesmo áreas desocupadas. Lopes (2005), resume os principais problemas dos modelos de demanda utilizados no Brasil, destacando a falta de dados atualizados e confiáveis, o uso de

---

<sup>2</sup> País em desenvolvimento ou país emergente são termos geralmente usados pela Organização das Nações Unidas (ONU), para descrever um país que possui um padrão de vida entre baixo e médio, uma base industrial em desenvolvimento e um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) variando entre médio e elevado. Os níveis de desenvolvimento, econômico e social, podem variar muito dentro do grupo dos países em desenvolvimento, sendo que alguns desses países possuem alto padrão de vida médio. Países como China, Brasil, Índia, México, Argentina, são frequentemente nomeados como países em desenvolvimento, embora possuam atributos relacionados à qualidade de vida da população avançados e uma nítida ampliação econômica, financeira e industrial durante os últimos anos (Ribeiro, 2003).

modelos importados (que não reproduzem adequadamente as condições dos países em desenvolvimento) e as altas taxas de mudança demográfica, econômica e social, que resultam em grandes estruturas de transporte ociosas ou desnecessárias.

Souza *et al.*, (2010) ainda criticam esses modelos devido ao caráter estático, pois não apresentam recursos que possibilitem a captação, com rapidez, das mudanças urbanas relativas ao uso do solo. Além disso, necessitam de grande quantidade de dados, o que impossibilita a sua atualização rápida e contínua, em razão dos elevados custos operacionais. Uma alternativa para a solução dos problemas apresentados pelos modelos tradicionais é a utilização de técnicas que reconheçam e incorporem características espaciais no processo, o que acentua a potencialidade do uso de Sistemas de Informações Geográficas – SIG, particularmente de suas ferramentas de análise espacial. Uma vez que os modelos de geração de viagens são inerentemente espaciais, a utilização de um SIG facilita sua aplicação no que diz respeito à manipulação de dados. Além disso, suas ferramentas de visualização e análise espacial permitem um melhor entendimento das variáveis, dos resultados e também auxiliam nas correções de erros eventuais, tanto de diagnóstico, como de previsão (FILHO, 2013).

O próximo capítulo aborda o tema de análise espacial e dos principais conceitos dos SIG's. Baseado em uma revisão da literatura sobre o assunto, inicia com um breve resumo dos principais conceitos básicos e da introdução dos SIG's nos estudos de planejamento de transporte. Apresenta também as formas de representação dos dados espaciais e ferramentas de visualização espacial, concluindo os temas de interesse desse estudo, que são: a correlação de dados espaciais e a análise exploratória desses dados através de mapas.

## 5. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Devido aos avanços tecnológicos na área de informática, os computadores possibilitaram o manuseio de grande número de dados através do uso de ferramentas computacionais. O que em um passado não distante, era dificultado devido à complexidade das análises e dos computadores de grande porte, considerados caros e de uso não simples (RODRIGUE; COMTOIS E SLACK, 2017). Nos últimos anos, os programas aplicativos foram rapidamente adaptados para uso nos microcomputadores, sendo na maioria dos casos, aperfeiçoados nesse processo de adaptação. O nível de sofisticação dos programas alcançou tal ponto, que realizam diversas operações complexas ao mesmo tempo (ABOUSAIEDI; FAUZI E MUHAMAD, 2016; DIN *et al.*, 2016; FUENTES *et al.*, 2018; LIMA, 2003). Alguns deles combinam, por exemplo, em um só produto, recursos dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) com modelos e técnicas tradicionais de planejamento de transportes.

De acordo com Fuentes *et al.*, (2018) um SIG é uma coleção de várias ferramentas e práticas que trabalham juntas para analisar dados espaciais. Church (2002) e Fleury, Wanke e Figueiredo (2000), definem os SIG como uma coleção organizada de hardware, software, pessoal qualificado e dados geográficos, com o objetivo de gerenciar banco de dados, efetuando operações de inserção, armazenagem, manipulação, remoção, atualização, análise e visualização de dados, tanto espaciais como não espaciais (dados de atributos), e que funcionam como uma ferramenta valiosa em estudos de planejamento. Em outra definição, os SIG são considerados uma ferramenta que permite manipular dados georeferenciados e alfanuméricos para, a partir de análises espaciais, apoiar a tomada de decisão, como por exemplo, a definição do melhor roteiro de entregas a ser seguido (FARKUH NETO E LIMA, 2006; BOROUSHAKI E MALCZEWSKI, 2010).

Robaina *et al.* (2009) enfatizam que o termo SIG é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial. Miranda (2010) destaca que o conceito de SIG evoluiu nos últimos anos, porém seu objetivo não mudou. Segundo o autor, ao analisar as definições de SIG encontradas na literatura, observa-se que o contexto da definição foi modificado à medida que o uso destes sistemas evoluiu e incluiu diferentes campos de pesquisa.

Câmara (2005) cita que a diferença essencial de um SIG para um sistema de informação convencional é a sua capacidade de armazenar tanto os atributos descritivos como as geometrias dos diferentes tipos de dados geográficos. De acordo com o autor, as principais características dos SIG são:

- Inserir e integrar, em uma única base de dados, informações espaciais provenientes de meio físico-biótico, de dados censitários, de cadastros urbano e rural e de outras fontes de dados, como imagens de satélite e GPS;
- Oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar e visualizar o conteúdo da base de dados geográficos.

Em muitos países esses sistemas já são utilizados como poderoso auxiliar nas tomadas de decisão, principalmente para o planejamento de transporte, como nos Estados Unidos, Bélgica, Turquia e Malásia (ABOUSAEIDI; FAUZI E MUHAMAD, 2016; GUERLAIN; CORTINA E RENAULT, 2016; SAPLIOĞLU E AYDIN, 2018). Din et al. (2016) afirmam que a utilização do SIG é um componente crucial para o planejamento do transporte, para atender às necessidades da população que vive e circula pelas áreas urbanas. Neste sentido, devido aos requisitos específicos para aplicações em transportes e à adoção de tecnologia de informação nessa área, pesquisadores aumentaram seus esforços para aprimorar a abordagem existente de SIG, de forma a capacitá-lo à aplicação em estudos de transportes, dando origem aos chamados SIG-T (Sistemas de Informações Geográficas para Transportes).

São muitas as possibilidades de aplicação de programas de SIG no setor de transporte (PAIVA, 2018). Abousaeidi *et al.*, (2016) afirmam que os SIG-T foram concebidos por meio da associação entre os Sistemas de Informações de Transportes (TIS - *Transportation Information System*) e os SIG já existentes. Segundo Paiva (2018), as primeiras aplicações, de SIG no transporte aconteceram à partir de programas específicos, que vincularam sua base de dados à informação espaciais (mapas e redes compostas de nós e segmentos). Essa junção proporcionou um aperfeiçoamento na estrutura do banco de dados e teve a concepção do elemento “localização” como a base de toda a organização da informação. O objetivo dessa união foi fornecer referências consistentes para interpretar e processar dados nas formas demandadas para aplicações em transportes.

Os SIG-T utilizam uma série de metodologias, modelos e análises que lhes são particulares e que geralmente não se encontram disponíveis em um SIG convencional (BATATA, 2003). Em resumo, um SIG-T é um SIG desenvolvido especificamente para utilização em problemas de planejamento e/ou operação de sistemas de transporte, reunindo as capacidades de um SIG com procedimentos de modelagem em uma única plataforma (MAPA E LIMA, 2005). Estes sistemas possuem rotinas logísticas de localização de facilidades, roteirização e programação de veículos, aplicações em monitoramento e controle do tráfego, oferta e demanda de transportes, prevenção de acidentes, dentre outras. Entender seu funcionamento pode ser crucial para gerenciar um processo amplo de tomada de decisão na área de planejamento urbano (LIMA, 2003).

Nos últimos anos, surgiram algumas iniciativas nesse sentido, como, por exemplo, no caso do estudo de localização e transporte dos serviços de educação e saúde para minimizar os custos de deslocamento do usuário, na cidade de São Carlos- SP (Lima, 2003), ou do projeto SIMTRAF que utilizou o SIG-T para construir e avaliar a implantação de uma rede de transporte na cidade de Porto Alegre-RS (BRESOLIN *et al.*, 2010).

Lima (2003) propõe um estudo de localização e transporte que permite otimizar a distribuição espacial dos serviços de educação e saúde, buscando minimizar os custos de deslocamento dos usuários. Este trabalho enquadra-se essencialmente na tipologia dos problemas de localização de equipamentos pontuais, tendo como característica específica a preocupação com os critérios de acessibilidade e cobertura da população (demanda) aos equipamentos urbanos de educação e saúde (oferta). Com a utilização de SIG-T *TransCAD*, tornou-se possível realizar análises e pesquisas apoiadas na distribuição espacial das informações.

Bresolin *et al.*, (2010) apresenta a experiência da utilização do SIG-T MAPTITUDE como plataforma de gerenciamento de dados e descreve algumas características da interface MAPTITUDE-SATURN. O projeto SIMTRAF surgiu de uma parceria entre a Prefeitura de Porto Alegre e o Laboratório de Sistemas de Transportes da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) com o objetivo de implantar o modelo de alocação SATURN na cidade de Porto Alegre-RS. Devido a grande quantidade de dados envolvidos e as características da interface do programa, foi utilizado um Sistema de Informações Geográficas para construir a topologia da rede de transportes, o que poderia ser inviável em outros *softwares* de simulação.

Como demonstrado nos estudos de Lima (2003) e Bresolin *et al.*, (2010), no âmbito da administração municipal, os SIG podem permitir um maior controle e gerência da logística urbana em prefeituras e outros órgãos de planejamento. Esses sistemas, podem também propiciar um sistema de consulta com maior velocidade de coleta e manuseio de informações, melhorando a qualidade do serviço. Departamentos essenciais da administração municipal (planejamento, cadastro tributário, transportes, obras, saúde, educação, entre outros) podem e devem ser integrados a um SIG, pois este pode fornecer ao decisor ferramentas para atualizar e controlar as informações, auxiliando com antecedência nas decisões que irão permitir o controle no futuro. O SIG pode ser utilizado ainda no planejamento do transporte urbano de mercadorias, nas funções de entrega, coleta, roteirização, alocação de instalações e ocupação e uso do solo.

Neste contexto, este trabalho utilizou o SIG *TransCAD* como uma ferramenta auxiliar de análise e localização espacial dos dados. O referido *software* possui uma arquitetura modular aberta, que permite customizar e ampliar as funcionalidades do aplicativo com procedimentos escritos pelo próprio usuário. A linguagem de programação utilizada para esse fim é denominada de GISDK (*Geographic Information System Development Kit*) e o *software* possui um manual específico a esse respeito.

Os mapas e resultados obtidos são mostrados a seguir no capítulo de metodologia.



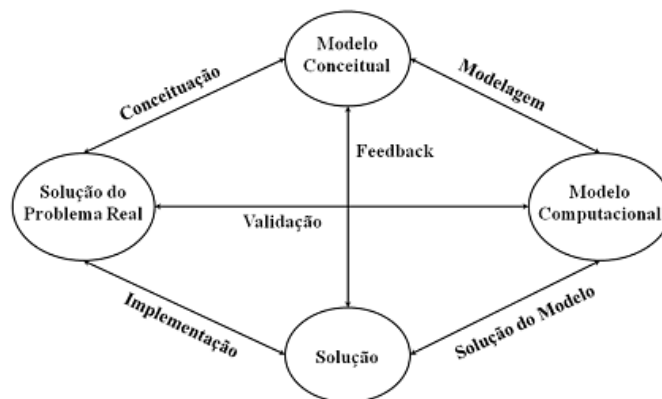
## 6. METODOLOGIA

Nesta seção serão apresentadas as etapas da metodologia adotada neste trabalho.

### 6.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

De acordo com Mello; Martins; Turrioni, (2013), a presente pesquisa pode ser classificada quanto a sua natureza como aplicada, pois representa a busca de uma solução para um problema real, que é o transporte urbano de mercadorias em cidades históricas, objetivando encontrar alternativas que tragam melhorias para o ambiente urbano e para seus atores envolvidos. Quanto aos seus objetivos, pode ser caracterizada como uma pesquisa descritiva, pois visa descrever as características do transporte urbano de mercadorias em uma cidade histórica através do uso de questionários e observação sistemática.

Em relação à abordagem do problema, pode ser classificada como quantitativa, uma vez que busca caracterizar o transporte urbano de mercadorias de forma mensurável, através de dados reais. Por fim, os métodos utilizados para desenvolvimento desta pesquisa foram modelagem e simulação, para descrever o funcionamento de desse sistema através de modelos de geração de viagens. De acordo com Bertrand e Fransoo, (2002), o protocolo de pesquisa que descreve as fases de desenvolvimento de uma pesquisa apoiada em modelagem e simulação, além das principais interações entre elas, pode ser sintetizado pela Figura 6.



**Figura 6**– Fases de uma pesquisa apoiada em modelagem e simulação

Fonte: Bertrand e Fransoo (2002)

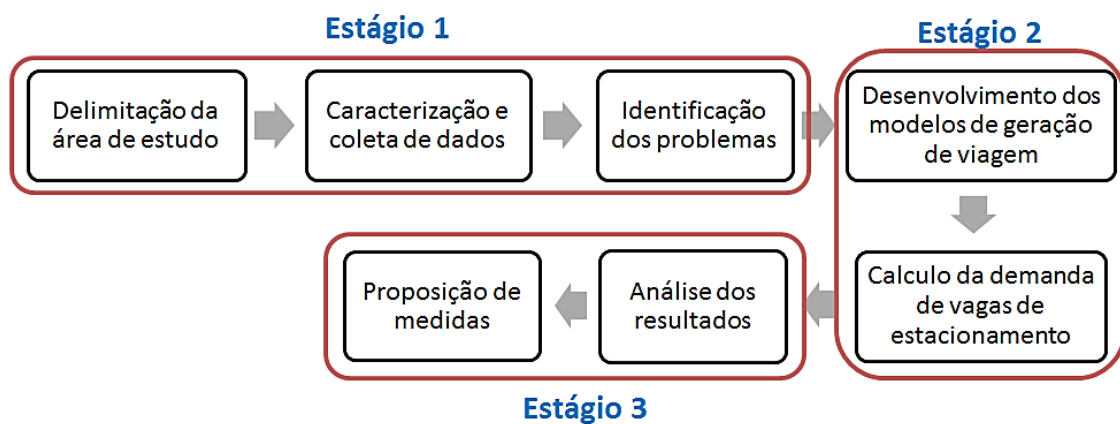
Cada uma dessas fases é descrita a seguir (BERTRAND E FRANSOO, 2002):

- **Conceituação:** Além da definição do problema, nessa etapa é preciso identificar premissas do sistema real que se adéquem a uma área de pesquisa ou modelo conceitual já descrito na literatura científica.
- **Modelagem:** Nessa etapa, deve-se desenvolver um modelo conceitual e implementá-lo computacionalmente, seguindo-se à realização de testes preliminares que visam à verificação e validação da adequação do modelo ao sistema real, de acordo com uma margem de confiança estabelecida. Nos casos em que a pesquisa é empírica, essa etapa contempla a escolha de um modelo específico e um tipo de decisão associada, de forma que as premissas estabelecidas na etapa anterior sejam respeitadas. A partir daí, são estabelecidas a forma de coleta e análise dos dados, além das variáveis que serão estudadas e os critérios de avaliação dos resultados a serem obtidos.
- **Solução:** É a fase em que ocorre a experimentação do modelo. São realizados testes computacionais com os dados reais, além do estudo de possíveis cenários. Nos cenários alternativos, alguns parâmetros podem ser variados, a fim de se avaliar efeitos relacionados à análise de sensibilidade ou a mudanças de processos ou políticas de gestão do sistema real.
- **Implementação:** Consiste na implementação dos resultados obtidos na fase de solução no sistema real estudado, a fim de validar a eficácia dos resultados teóricos obtidos. A implementação também pode ocorrer em fases, isto é, um subsistema piloto é escolhido para a fase de implementação, e assim que seus resultados sejam satisfatórios, a pesquisa é implementada em todo o processo.

## 6.2 DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida neste estudo teve como referência o guia publicado pela National Cooperative Freight Research Program (NCFRP 033) (Holguín-Veras *et al.*, 2015), o qual orienta estudos no âmbito de transporte urbano de mercadorias. Este guia ressalta a importância de se realizar estudos para obter informações detalhadas do transporte de mercadorias, pois, segundo os autores, somente assim é possível avaliar com precisão os problemas do transporte urbano de mercadorias e propor soluções para estes.

A pesquisa aqui realizada ocorreu em três estágios: caracterização, desenvolvimento dos modelos de geração de viagens e localização da demanda de vaga para carga e descarga. As etapas de cada um desses estágios são apresentadas na Figura 7.



**Figura 7-** Etapas da metodologia

No primeiro estágio da pesquisa ocorreu a delimitação da área de estudo da pesquisa e a coleta de dados para caracterização e levantamento de problemas do transporte urbano de mercadorias na cidade estudada. No segundo estágio foram desenvolvidos modelos de geração de viagens para quantificação do número de viagens atraídas por todas as empresas da região e calculada a demanda de vagas para carga e descarga das mercadorias dessas empresas. No terceiro e último estágio foi realizada uma proposta para localização das novas vagas e propostas algumas medidas para diminuir a carência de vagas na cidade. A descrição de cada uma dessas etapas é feita nas seções a seguir.

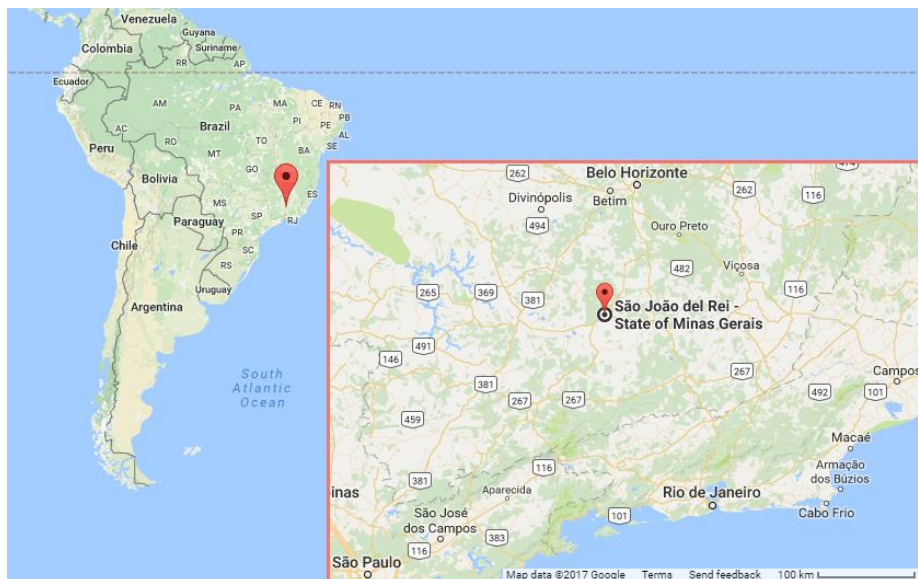
### **6.3 ESTÁGIO 1: CARACTERIZAÇÃO DO TRANSPORTE URBANO DE MERCADORIAS**

Nesta seção apresenta-se, inicialmente, a caracterização do transporte urbano de mercadorias do município objeto de estudo, coletada através de entrevistas semiestruturadas em empresas varejistas responsáveis pela atração de viagens de entrega da região. Na sequência, são descritos os principais problemas encontrados no recebimento de mercadorias, abordando a falta de vagas para carga e descarga como principal problema da cidade.

#### **6.3.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O estudo foi realizado no município de São João Del Rei, Minas Gerais. Fundado em 1713, possui uma população de 89.832 pessoas e conta com uma área territorial de 1.452 km<sup>2</sup>,

a qual em sua maioria é considerada histórica (IBGE, 2016). A localização geográfica do município pode ser observada na Figura 8.



**Figura 8** – Localização geográfica do município de São João Del Rei

**Fonte:** Adaptado do Google (2016)

Para caracterizar o transporte urbano de mercadorias da cidade, inicialmente delimitou-se a área na qual foi realizada a pesquisa. De acordo com Iwan e Kijewska (2016) são nos centros urbanos que a distribuição de mercadorias enfrenta um maior número de dificuldades, devido principalmente à aglomeração de empresas que provêm empregos, produtos e serviços para a população da cidade em geral.

Em São João Del Rei uma dificuldade adicional é a característica histórica das ruas da área central, as quais foram projetadas em períodos em que o transporte ocorria por bicicletas ou charretes, os quais eram muitos comuns durante o período colonial. Tudo isso faz dos fornecimentos nesta região um desafio particular para o bom funcionamento de todo o organismo urbano, envolvendo ao mesmo tempo um número significativo de dificuldades associadas às restrições de tráfego (por exemplo, a ocorrência de zonas protegendo edifícios históricos), infraestrutura linear não adaptada ao número crescente de veículos (principalmente ruas estreitas e organização de tráfego unidirecional) e a falta de número suficiente de locais para estacionamento de veículos de carga.

Por estes motivos, a área selecionada para a realização do estudo foi à região central da cidade de São João Del Rei- MG, em consonância com o trabalho de Iwan e Kijewska

(2016). A área abrange um número significativo de empresas dos setores de varejo, hotelaria, supermercados, serviço, escolas, universidades e serviços públicos.

### 6.3.2 COLETA DE DADOS

Com a área do estudo delimitada, o próximo passo foi definir qual deveria ser o tamanho da amostra para que o estudo fosse válido estatisticamente. Para tanto, utilizou-se da equação 1 (Gil, 2008).

$$n = \frac{\sigma^2 p \cdot q \cdot N}{e^2(N-1) + \sigma^2 \cdot p \cdot q} \quad (\text{equação 1})$$

Onde: n = Tamanho da amostra

$\sigma^2$  = Número nível de confiança escolhido, expresso em números de desvios-padrão

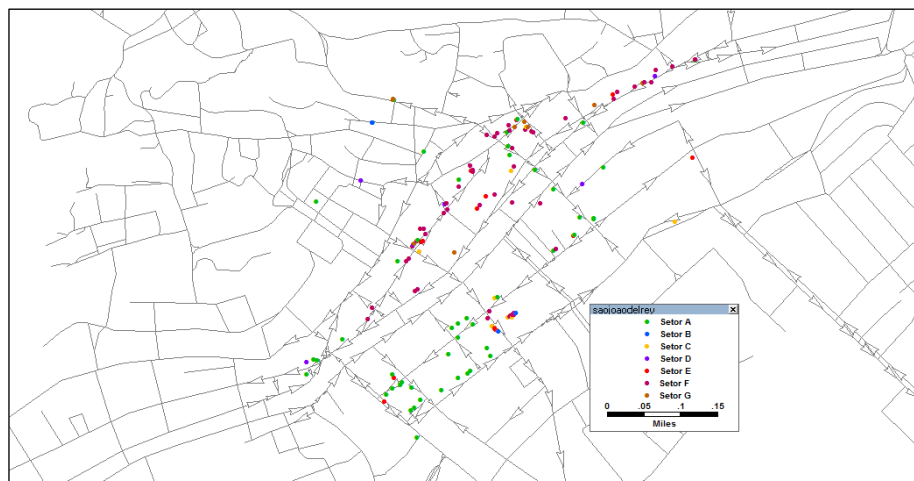
p = Percentagem no qual o fenômeno se verifica

q = Percentagem complementar

N = Tamanho da população

$e^2$  = Erro máximo permitido

O estudo abrangeu 202 empresas no total, das quais 76% (152 empresas) se propuseram a responder a entrevista e 24% (50 empresas) não puderam ou optaram por não responder, visto que a pesquisa era de caráter voluntário. O número de empresas entrevistadas excede em 33 questionários a verificação da amostra, conforme a Equação 01, utilizando um nível de confiança de 95%. Vale ressaltar ainda que o número de empresas entrevistadas representa mais de 31% dos pontos comerciais da região estudada conforme pode-se observar pela Figura 9, que contém a localização das empresas entrevistadas.



**Figura 9-** Localização das empresas entrevistadas

Para realizar a análise dos dados, optou-se por classificar as empresas em setores conforme o produto que comercializam (Tabela 3).

**Tabela 3-** Classificação das empresas

Classificação	Setor	Quantidade	% em relação ao total de empresas da região
A	Alimentício (supermercado, restaurantes lanchonetes e Bares)	47	26%
B	Eletrônicos e Informática	6	11%
C	Farmácia e Perfumarias	9	30%
D	Produtos agropecuários e Construção Civil	10	24%
E	Moveleiro/decoração/eletrodomésticos	13	42%
F	Vestuário, calçados, cama mesa e banho	54	25%
G	Diversos (Óticas, embalagens, presentes, Papelaria, bijuterias)	13	20%
	Total	152	

Os dados foram coletados através de uma entrevista semiestruturada utilizando um questionário elaborado com base no guia NCFRP 033 (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2015). Este tipo de entrevista permite que o investigador interaja com o entrevistado quando necessário, questionando-o sobre questões específicas, o que segundo Kijewska *et al.*, (2017) é imprescindível para estudos como esse, dado a sua natureza. Os dados coletados por colaboradores pertencentes ao grupo de pesquisa Logtrans da Universidade Federal de Itajubá em parceria com a Universidade Federal de São João Del Rei, dentre eles o autor desta pesquisa, o qual deu prosseguimento às análises e resultados demonstrados no final deste estudo.

A duração média de cada entrevista foi de 15 minutos para cada estabelecimento e ocorreram durante 24 dias, entre as datas de 16/11/2016 a 10/12/2016, sendo os dados coletados, atualizados em Dezembro de 2017 e Julho de 2018. As pessoas entrevistadas ocupavam o cargos de: proprietário, estoquista, vendedor, caixa e gerente. Dentre as empresas entrevistadas encontram-se bares, supermercados, restaurantes, lanchonetes, soverterias, lojas de vestuário, calçados, cama, mesa e banho, farmácias, perfumarias, loja de eletrônicos, papelarias, lojas de embalagens, óticas, lojas de móveis e eletrodomésticos, floriculturas, lojas de peças automotivas, lojas de decoração, lojas de produtos veterinários, loja de produtos agropecuários e de utilidades em geral. As principais informações coletadas através da aplicação dos questionários foram: informações sobre a empresa; características do

empreendimento e recebimento de mercadorias; tipo de veículo, frequência e duração das entregas; tempos de entrega; número médio de viagens e problemas enfrentados. O questionário utilizado para coleta dos dados se encontra no Anexo I deste trabalho.

### 6.3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS ENTREGAS DE MERCADORIAS

A Tabela 4 apresenta a classificação das empresas entrevistadas segundo o seu porte, as informações referentes ao número de total de funcionários e de entregas mensais. A primeira e segunda colunas demonstram o número total de empregos gerados por essas empresas e o número total de entregas recebidas durante o mês somando-se o número total de entregas que cada empresa recebe, segundo seu porte. Na sequência são apresentados à relação de entregas/funcionário e o total de empresas de pequeno, médio, médio-grande e grande porte.

**Tabela 4-** Classificação das empresas por porte e entregas por funcionários

Porte da empresa	Nº de funcionários	Nº de entregas	Entr/func	Nº de empresas
Pequeno Porte	298	2168	7,3	104
Médio Porte	278	1385	5	40
Médio-Grande Porte	87	227	2,6	5
Grande porte	23	2812	12,2	3
TOTAL	686	4061	27	152

Pode-se observar que a maioria das empresas na região estudada (95%) é de pequeno e médio porte e são responsáveis por gerar o maior número de empregos (86%). Contudo, são as empresas de grande porte que recebem o maior número de entregas mensais por funcionários. A Tabela 5 mostra a classificação das empresas de acordo com seu porte e setor. Destaca-se que as maiores empresas (portes médio-grande e grande) são do setor de alimentos, vestuário e calçados e construção civil.

**Tabela 5-** Classificação das empresas de acordo com seu porte e setor

	A	B	C	D	E	F	G	Total
Pequeno Porte	21,71%	3,29%	4,61%	2,63%	5,26%	24,34%	6,58%	<b>68,42%</b>
Médio Porte	7,24%	0,66%	1,32%	3,29%	1,97%	10,53%	1,32%	<b>26,32%</b>
Médio-Grande Porte	0,66%	0,00%	0,00%	0,66%	0,66%	0,66%	0,66%	<b>3,29%</b>
Grande porte	1,32%	0,00%	0,00%	0,00%	0,66%	0,00%	0,00%	<b>1,97%</b>

Os produtos são entregues na maioria das empresas por mais de um tipo de veículo de carga. Nas 152 empresas entrevistadas, os veículos mais utilizados são *Pickups* e Veículos

Urbanos de Carga (VUC's), que representam 66% e 65%%, respectivamente. Já veículos maiores como o Truck representam 45%. Ainda, 58% são fornecidos por outros tipos de transporte, como, motocicletas.

A Lei Municipal Nº 2.487, de 11 de abril de 1989, proíbe a circulação de veículos pesados ou de grande porte nas áreas centrais da cidade (incluindo os Truck), pois devido a sua característica histórica esta região da cidade não possui uma infraestrutura que comporte esse tipo de veículo (por exemplo: ruas estreitas, maioria das ruas com tráfego unidirecional). Entretanto, segundo os entrevistados, essa lei vem sendo descumprida, resultando em diversos problemas, pois esses veículos além de ocupar grande parte do estacionamento, ocupam até mesmo as ruas e atrapalham o trânsito na região. A tabela 6 apresenta a frequência das entregas por setor.

**Tabela 6-** Frequência das entregas

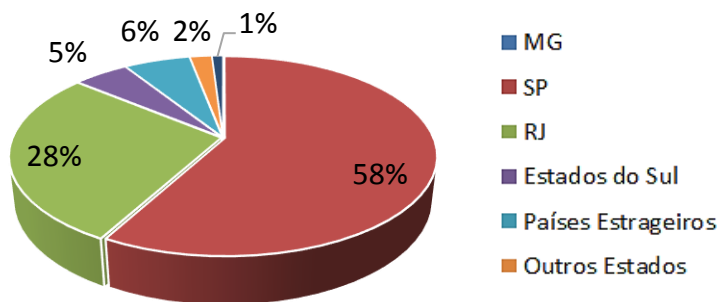
	<b>Diário</b>	<b>Semanal</b>	<b>Quinzenal</b>	<b>Mensal</b>
<b>A</b>	43%	32%	3%	22%
<b>B</b>	25%	67%	8%	0%
<b>C</b>	60%	13%	0%	27%
<b>D</b>	10%	45%	20%	25%
<b>E</b>	25%	30%	5%	40%
<b>F</b>	10%	40%	32%	18%
<b>G</b>	15%	40%	15%	30%

Pode-se observar que a maior parte das entregas ocorre diariamente e semanalmente, exceto para o setor E que recebe produtos de grande volume do ramo moveleiro, resultando em um número maior de veículos circulando na região. Esse grande volume de recebimentos de mercadorias está atrelado aos métodos de reposição atualmente adotados pelas empresas, baseados no sistema *Just in time* que trabalha com estoques reduzidos. Tal sistema traz grandes benefícios para a empresa com poucas perdas de mercadorias e maior rotatividade, mas ao mesmo tempo oferece uma grande desvantagem para a cidade, pois influencia substancialmente o acréscimo de veículos de cargas nas áreas urbanas (Taniguchi *et al.*, 2001b)

Em média empresas do setor B (Eletrônicos e informática), do setor E (Moveleiro/decoração/eletrodomésticos) e F (Vestuário, calçados, cama, mesa e banho) recebem 1 entrega por dia; empresas dos setores C (Farmácia e perfumaria), D (Produtos agropecuários e Material de construção) e G (Diversos) recebem 2 entregas por dia; e às empresas dos setor A (Alimentícios) recebem 3 entregas por dia respectivamente. Os produtos



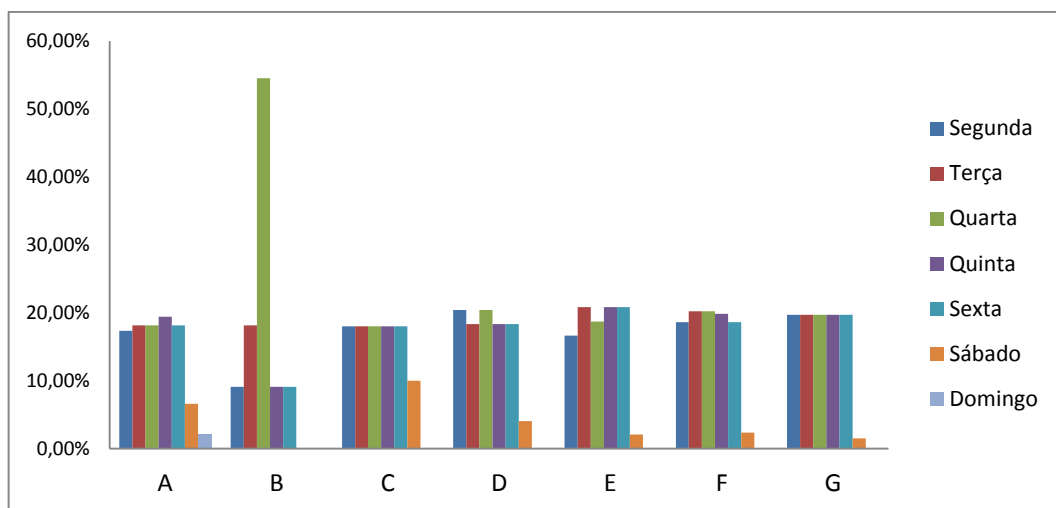
recebidos em sua grande parte são oriundos dos estados de Minas Gerais, São Paulo Rio de Janeiro, dos estados da região sul como Paraná e Rio Grande do Sul, de outros estados do Brasil como o Rio Grande do Norte, além de outros países como Chile, Portugal, Alemanha, Londres e Irlanda, conforme demonstrado na Figura 10.



**Figura 10-** Origem das entregas

Em Minas Gerais, a maior parte das cargas originam-se principalmente da própria cidade de São João Del Rei e região, devido aos produtores rurais e regionais que comercializam seus produtos na cidade. Entretanto, há veículos de carga que também partem de outras cidades do estado como: Belo Horizonte, Divinópolis, Sete Lagoas, Juiz de Fora, Conselheiro Lafaiete, Ubá, Itaúna, Lagoa da Prata, Uberlândia e Sul do estado. Em São Paulo, essas cargas partem principalmente da capital (região comercial do Brás) e das cidades de Holambra e Franca (470 km de São João Del Rei), são cidades que comercializam para todo o país produtos de vestuário, calçados e utilidades, produtos do setor F e G.

A Figura 11 e a Tabela 7 apresentam os dias da semana e horários que são realizadas as entregas nas empresas entrevistadas. Pode-se observar que, mesmo não havendo um padrão, a maior parte das entregas são realizadas de segunda à sexta durante o horário comercial das 08:00 às 18:00.



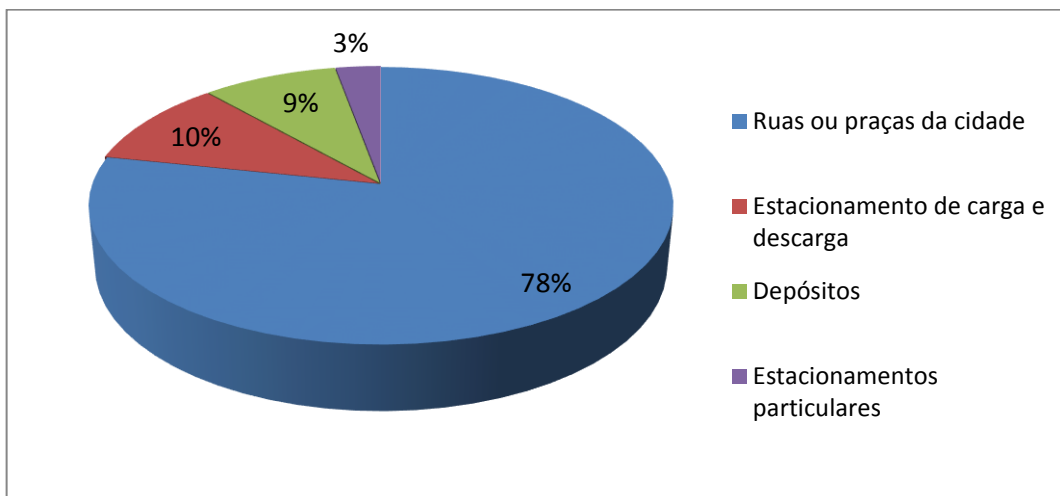
**Figura 11**– Entregas por dias da semana

**Tabela 7**- Horário das entregas

	08:00 - 11:59	12:00 - 15:59	16:00 - 19:59
<b>A</b>	33%	32%	27%
<b>B</b>	60%	20%	20%
<b>C</b>	35%	35%	27%
<b>D</b>	38%	35%	27%
<b>E</b>	36%	33%	28%
<b>F</b>	39%	34%	27%
<b>G</b>	35%	32%	26%

Observa-se uma grande discrepância das entregas nas quartas-feiras para o setor B (Eletrônicos e informática). Este também é o único setor que não recebe entregas aos sábados. Foi observado um comportamento atípico, que não está representado na Figura 11 e na Tabela 7, pois representa uma pequena parcela das empresas entrevistadas (2% do total) que recebem entregas aos domingos e depois das 20:00 horas. São empresas do setor A (Alimentício), bares e restaurantes que funcionam à noite e demandam entregas de bebidas, que são entregues pelas distribuidoras localizadas na mesma cidade e têm seu funcionamento também no mesmo horário. Ainda, duas empresas do setor G responderam que optaram por receber suas mercadorias entre 04h00 min e 07h59min, para evitar problemas relacionados à falta de vagas para carga e descarga de mercadorias. Como observado, a maior parte das entregas ocorre em horário comercial e acabam disputando vagas com os consumidores, gerando problemas como aumento do tráfego e conseqüente perda de clientes, que acabam deixando de comprar pela falta de vagas para estacionamento.

A carga e descarga da maior parte das mercadorias que abastece as empresas entrevistadas acontecem em praças e ruas da cidade, conforme ilustrado na Figura 12. A pequena porcentagem de vagas reservadas para a carga e descarga de mercadorias, aliado ao descumprimento da legislação por parte da população que estaciona veículos próprios em locais reservados para a carga e descarga, como ilustrado na Figura 13, dificulta o tráfego na região e atrapalha o suprimento de mercadorias, pois aumenta o trajeto, uma vez que o veículo precisa ficar circulando até encontrar uma vaga para estacionar.



**Figura 12-** Local de descarga das mercadorias



(A)



(B)



(C)



(D)

**Figura 13-** Veículos estacionados em local proibido

Para tentar agilizar o recebimento de mercadorias, cerca de 9% das empresas recorrem ainda a depósitos próprios ou estacionamentos particulares para realizar a carga e descarga de suas mercadorias. Em geral, essas empresas comercializam produtos de volumes maiores, como materiais de construção, móveis e eletrodomésticos.

### 6.3.4 PROBLEMAS IMPOSTOS PELA CARACTERÍSTICA DO MUNICÍPIO À CIRCULAÇÃO DE VEÍCULOS

Foi levantado junto às empresas quais eram para elas os principais problemas enfrentados ao receber as mercadorias em seus comércios. A Tabela 8 traz os problemas que foram apresentados às empresas.

**Tabela 8-** Problemas encontrados nas entregas

Problemas	
1	Falta de vagas para carga e descarga de veículos
2	Espaço inadequado para estacionamento de veículos para realizar a carga/descarga
3	Ruas muito estreitas
4	Legislação e regulamentos inadequado/insuficiente aliados ao crescente tráfego na cidade
5	Restrição do acesso de veículos de transporte de mercadorias a certas áreas urbanas
6	Outros

Cada empresa podia responder mais de um problema e ainda indicar outros, respondendo a opção número 6. A Tabela 9 mostra a porcentagem de problemas relatados pelas empresas por setor após as entrevistas.

**Tabela 9-** Problemas enfrentados na carga e descarga de materiais (divididos por setor)

	1	2	3	4	5	6
A	1%	1%	2%	3%	3%	4%
B	26%	27%	13%	30%	28%	2%
C	3%	4%	4%	4%	4%	1%
D	6%	5%	5%	5%	5%	3%
E	6%	6%	5%	7%	5%	1%
F	9%	6%	6%	7%	7%	0%
G	32%	30%	28%	30%	29%	5%
<b>Total</b>	<b>82%</b>	<b>80%</b>	<b>63%</b>	<b>86%</b>	<b>81%</b>	<b>15%</b>

Esses problemas, segundo os entrevistados, ocorrem principalmente pela falta de infraestrutura e planejamento da logística urbana por parte do serviço público da cidade. Há poucas vagas para realização de carga e descarga na região central da cidade e isso faz com que os motoristas gastem boa parte do tempo na procura de vagas para estacionar e realizar

suas entregas. A legislação municipal voltada para o setor é insuficiente e a cidade vem sofrendo com um crescente aumento do tráfego. Aliado a esse fator, por se tratar de uma cidade histórica, muitas ruas são estreitas e os veículos de carga encontram restrições e se deparam com a falta de espaço para estacionar seus veículos e realizar suas entregas. Algumas empresas ainda relataram outros tipos de problemas, como:

- Excesso de tráfego de caminhões de grande porte no centro da cidade;
- Grande burocracia, excesso de taxas e impostos para a obtenção de estacionamentos privativos;
- Exclusão de grande parte das vagas de carga e descarga regulamentadas pela administração do município.

O que agrava esse último ponto é que o pequeno número de vagas existentes para carga e descarga regulamentadas pelo município são ainda majoritariamente ocupadas por veículos particulares. Essa situação foi observada também por (Oliveira, 2014) ao analisar os problemas de áreas de carga e descarga na cidade de Belo Horizonte, MG, Brasil.

Foram poucas as empresas que relataram não encontrar dificuldades em seu recebimento de mercadorias e destas, todas utilizam veículos de pequeno porte como moto ou carro de passeio para abastecer seus estabelecimentos. O principal problema levantado foi a falta de local adequado para a carga e descarga de mercadorias, dessa forma para investigar esse problema precisamos definir qual o número de viagens que a região estudada recebe diariamente. Para isso, foram desenvolvidos modelos de geração de viagens.

#### **6.4 ESTÁGIO 2: MODELAGEM**

Neste tópico são detalhados os modelos de geração de viagens desenvolvidos neste trabalho, elaborados para mensurar o número de viagens atraídas pela região estudada e para quantificar a falta de vagas de carga e descarga relatada no capítulo anterior. A partir da validação dos modelos, foram geradas as viagens atraídas para todos os estabelecimentos da região central de São João del Rei, a partir do número de funcionários coletados em uma nova pesquisa de campo e da adaptação dessas viagens à legislação municipal. Posteriormente, com o auxílio de mapas elaborados pelo SIG *TransCAD* e de planilhas eletrônicas, foi realizada a análise das viagens geradas e calculada a demanda de vagas da cidade. Por fim, foi realizada uma análise, com base na distância percorrida pelos motoristas na realização das

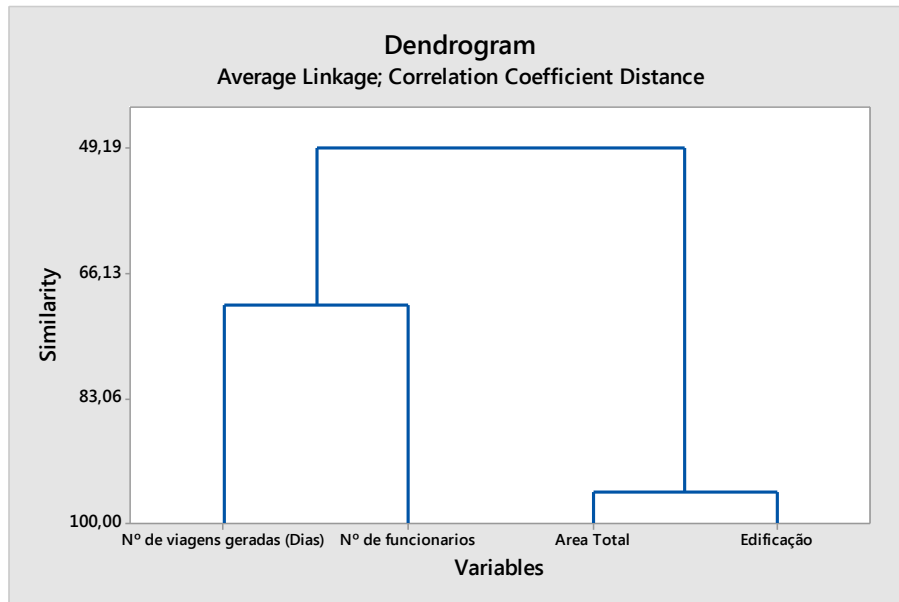
entregas para prever os impactos sobre a ocupação das vagas de carga e descarga existentes na cidade.

#### **6.4.1 DESENVOLVIMENTO DOS MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS**

Com os dados das 152 entrevistas, iniciou-se para a elaboração dos modelos de geração de viagem. Foi realizada uma análise de correlação utilizando as seguintes variáveis independentes: área do estabelecimento, edificação e número de funcionários, como demonstrado na Figura 14. A análise de dendrograma realizada, utilizando o *software Minitab*, agrupou as variáveis testadas em grupos similares utilizando seu grau de correlação. A variável que apresentou maior similaridade com o número de viagens geradas pelos estabelecimentos da região foi o número de funcionários, como demonstrado na Figura 14. Além disso, foram desenvolvidos modelos utilizando a área de cada estabelecimento e o número de funcionários, separados e em conjunto, para comparação. A variável número de funcionários demonstrou menor variabilidade estatística entre os modelos desenvolvidos. Já o uso em conjuntos das variáveis área do estabelecimento e número de funcionários, apresentou uma baixa melhora no coeficiente de determinação dos modelos, como por exemplo, de 0,48 para 0,50. Tendo em vista que o uso de duas variáveis poderiam aumentar a complexidade da modelagem e que as mesmas não apresentaram uma melhora significativa do coeficiente de determinação dos modelos, conclui-se assim, como Campagna *et al.*, (2017); Holguín-Veras *et al.*, (2011); (2013);(2016); Holguin-Veras; Gonzalez-Calderon, (2015), que a variável número de funcionários é que apresenta o melhor resultado para desenvolvimento dos modelos. Segundo os autores, essa variável apresenta modelos e resultados mais robustos quando comparados a outras variáveis e são de simples modelagem.

Nesse contexto, a variável independente utilizada para elaboração dos modelos foi o número de funcionários em tempo integral, pois segundo pesquisas desenvolvidas pelo RPI (*Rensselaer Polytechnic Institute*), além de apresentar maior correlação que as outras levantadas (área e edificação de cada empresa) em relação ao número de viagens relatadas (variável dependente), fornece estimativas razoavelmente sólidas de modelagem e geração de viagens no nível do estabelecimento (Campagna *et al.*, 2017; Holguín-Veras *et al.*, 2011; 2013;2016; Holguin-Veras; Gonzalez-Calderon, 2015). Essa variável também é utilizada nos trabalhos de (Ebias, 2014; Holguín-Veras *et al.*, 2013; Holguín-Veras *et al.*, 2011; Oliveira, 2014; Oliveira *et al.*, 2016) e, segundo os mesmo autores, é uma variável que pode ser obtida

facilmente, pois, os dados necessários para estimar modelos mais avançados e precisos não estão prontamente disponíveis e não apresentam melhores resultados quando comparados a esses modelos.



**Figura 14-** Análise de Correlação

Para contabilizar todos os funcionários de cada empresa, os funcionários que trabalham em tempo parcial foram contabilizados na proporção de 0,45 funcionários em tempo integral. Esse valor se justifica, pois, através de análises estatísticas realizadas por Campbell (2018), é o que melhor representa esta variável e também é utilizado pelo RPI em pesquisas de desenvolvimento de modelos de geração de viagens.

Para estimar o número de viagens, utilizou-se os modelos apresentados nas Equações (1) e (2), demonstrados no capítulo de revisão de literatura. Esses modelos foram desenvolvidos para estimar as viagens atraídas das entregas feitas para cada estabelecimento, assumindo para fins de simplificação, que cada veículo realiza uma entrega, gerando assim uma viagem. Ao fazê-lo, todas as entregas foram convertidas em entregas diárias simplesmente aumentando a frequência para um dia (por exemplo, uma viagem semanal corresponde a 1/5 de uma viagem diária, uma vez que cada semana consiste em 5 dias úteis). Os melhores modelos lineares e logarítmicos obtidos são apresentados na tabela 10 e 11, respectivamente.

**Tabela 10-** Modelos de geração de viagens lineares (#viagens por dia).

Grupo	$\alpha$	t-stat	$\beta$	t-stat	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	F-stat	# Obs
A	-	-	0,232	8,58	0,63	0,62	73,63	44
B	-	-	0,227	5,27	0,87	0,84	27,78	5
C	-	-	0,714	2,76	0,49	0,42	7,6	9
D	-	-	0,043	1,61**	0,18	0,11	2,59	13
E	-	-	0,184	3,29	0,55	0,50	10,83	10
F	-	-	0,109	7,87	0,55	0,54	61,68	51
G	-	-	0,285	2,62	0,46	0,40	6,89	9

\*Significância estatística a 10%, \*\*significância estatística a 20%, todos os restantes são significantes a 5% ou menos

**Tabela 11-** Modelos de geração de viagens logarítmicos (#viagens por dia).

Grupo	$\alpha$	t-stat	$\beta$	t-stat	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	F-stat	# Obs
A	-	-	1,059	7,81	0,59	0,58	61,01	44
B	-	-	0,577	1,97**	0,49	0,37	3,88	5
C	-	-	2,194	2,71	0,48	0,41	7,33	9
D	-	-	0,356	2,73	0,38	0,33	7,46	13
E	-	-	0,647	2,9	0,48	0,43	8,4	10
F	-	-	0,353	7,56	0,53	0,52	57,16	51
G	-	-	1,050	2,33	0,40	0,33	5,43	9

\*Significância estatística a 10%, \*\*significância estatística a 20%, todos os restantes são significantes a 5% ou menos

Observa-se que o setor B apresentou um modelo com R<sup>2</sup> de 0,87 para o caso linear, o que representa uma forte correlação entre os dados. No entanto, isso pode ser o resultado do ajustamento já que apenas 5 observações pertencem a esse subsector. Já para o caso logarítmico, o modelo desenvolvido para o mesmo setor apresentou uma baixa significância estatística quando comparado ao demais. Para o setor D, o modelo linear também apresentou baixa significância estatística ao ser validado, já para o modelo logarítmico, apresentou um baixo R<sup>2</sup>. Nesse sentido, modelos adicionais (lineares e logarítmicos) foram testados após a união desses setores como um único setor (ver Tabelas 12 e 13).

**Tabela 12-** Modelos de geração de viagens lineares (#viagens por dia).

Grupo	$\alpha$	t-stat	$\beta$	t-stat	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	F-stat	# Obs
A	-	-	0,232	8,58	0,63	0,62	73,63	44
B/D	-	-	0,045	1,97*	0,19	0,14	3,88	18
C	-	-	0,714	2,76	0,49	0,42	7,6	9
E	-	-	0,184	3,29	0,55	0,50	10,83	10
F	-	-	0,109	7,87	0,55	0,54	61,68	51
G	-	-	0,285	2,62	0,46	0,40	6,89	9

\*Significância estatística a 10%, \*\*significância estatística a 20%, todos os restantes são significantes a 5% ou menos

**Tabela 13-** Modelos de geração de viagens logarítmicos (#viagens por dia).

Grupo	$\alpha$	t-stat	$\beta$	t-stat	R <sup>2</sup>	Adj R <sup>2</sup>	F-stat	# Obs
A	-	-	1,059	7,81	0,59	0,58	61,01	44
B/D	-	-	0,363	3,27	0,39	0,35	10,68	18



<b>C</b>	-	-	2,194	2,71	0,48	0,41	7,33	9
<b>E</b>	-	-	0,647	2,9	0,48	0,43	8,4	10
<b>F</b>	-	-	0,353	7,56	0,53	0,52	57,16	51
<b>G</b>	-	-	1,050	2,33	0,40	0,33	5,43	9

\*Significância estatística a 10%, \*\*significância estatística a 20%, todos os restantes são significantes a 5% ou menos

Pode-se notar que os melhores modelos não possuem um parâmetro de taxa constante e, com exceção do Grupo D, o modelo linear possui maiores valores de  $R^2$ , que representa o ajustamento de um modelo estatístico linear generalizado, variando entre 0,40 e 0,63. Como pode ser observado na Tabela 04, os modelos logarítmicos não são melhores que os modelos lineares, exceto para o Grupo D, onde o  $R^2$  melhora e observa-se que o valor é o dobro do obtido por modelos lineares (0,38).

Para cada modelo são apresentados os testes estatísticos ( $R^2$ , teste-t e p-valor), o nível de confiança estatístico utilizado foi de 95 % para todos os modelos, exceto para os modelos desenvolvidos para os Grupos B e D (Eletrônicos e Produtos agropecuários e Construção Civil). Nesses Grupos, os dados utilizados para o desenvolvimento dos modelos se mostraram melhores para validação quando analisados em conjunto e para um nível de significância estatística de 90%.

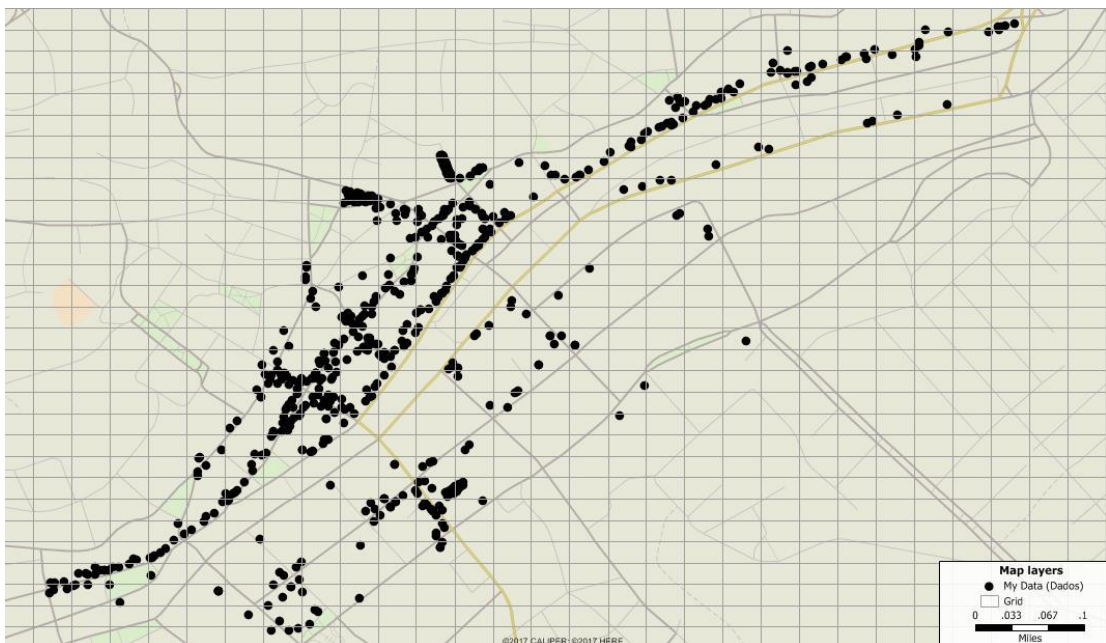
Como ressaltado anteriormente, os melhores modelos desenvolvidos são todos lineares, exceto para o Grupo de Produtos agropecuários e Construção Civil (Grupo D), nos quais o modelo de logarítmico linear é melhor. O Grupo B (Eletrônicos), a princípio, apresentou  $R^2$  de 0,87 para o caso linear. O que, quando comparado à literatura sobre o assunto pode ser considerado um valor alto. Entretanto, esse valor pode induzir ao erro estatístico das análises sobre as viagens geradas por esse grupo, devido ao pequeno número de dados coletados e do ajustamento realizado. Já o Grupo D (Produtos agropecuários e Construção Civil), a princípio, apresentou baixos valores de significância estatística para ambos os casos. Dessa forma, pareceu satisfatório que esses setores fossem analisados como um modelo em conjunto, para que os resultados dessa pesquisa não fossem induzidos ao erro e fossem melhorados estatisticamente, como verificado nas Tabelas 12 e 13. Ainda, Holguin-Veras et al. (2015) corroboram dizendo que agrupar grupos econômicos pode ser uma estratégia eficiente para melhorar o resultado dos modelos de geração de viagem. Os setores agrupados, segundo dados da entrevista, também apresentam características similares, como porte, número de funcionários, número de entregas recebidas, frequência de entregas, entre outros. Sendo assim, sua junção para modelagem se justifica por representar a realidade dessas empresas, através de suas características em comum.

Segundo Campbell (2018), modelos relativamente simples fornecem estimativas razoavelmente sólidas de modelagem e geração de viagens no nível do estabelecimento. Alho e Silva, (2017) e Holguín-Veras *et al.*, (2011, 2013) também demonstram que os modelos lineares apresentam melhores resultados para modelagem e geração de viagens, além de apresentar modelos de modelagem mais simples e mais robustos. Dessa forma, optou-se por utilizar os modelos lineares para estimar as viagens atraídas para todos os setores, devido a melhor apresentação dos resultados. Através da análise do coeficiente de determinação  $R^2$ , constata-se que os modelos desenvolvidos apresentaram uma correlação moderada (até 0,7), assim como na literatura estudada (EBIAS, 2014; GRIECO; PORTUGAL, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2016, 2017; PORTUGAL *et al.*, 2012; SOUZA *et al.*, 2010). Ibeas *et al.*, (2012), ao estudar a transferibilidade de modelos de geração de viagens em cidades históricas, afirma que esses modelos podem ser utilizados em outras cidades que apresentam características urbanas semelhantes, como infraestrutura, tráfego, concentração comercial em algumas regiões, número de viagens recebidas, frequência e local de entregas, entre outras. Especialmente, para as cidades com uma alta densidade de entregas e com o desafio de administrar espaços de contenção com alta demanda, onde a solução do problema de vagas limitadas de estacionamento não pode ser resolvida com o acréscimo de infraestrutura.

#### **6.4.2 RESULTADOS DOS MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS**

Com os modelos de geração de viagem devidamente elaborados, podemos estimar o número de viagens geradas na região. Para tanto, uma nova coleta de dados foi realizada para levantar o número de funcionários e o endereço de cada empresa localizada na região estudada. Como já citado, um dos motivos pelo qual o número de funcionários foi escolhido como variável independente nos modelos foi à facilidade para a obtenção dessa informação. No entanto, isso não foi verificado na prática em contato com diversos órgãos (prefeitura, sindicatos, receita federal, ministério do trabalho, entre outros). Assim, a opção foi realizar a coleta desse dado em campo, pelo grupo de pesquisa, a partir da visita in loco às 625 empresas da região estudada. Essa nova coleta de dados ocorreu entre as datas de 07/05/2018 e 01/06/2018 em cada uma das 625 empresas da região. Cada uma das entrevistas realizadas teve duração média de 5 minutos e foram respondidas por profissionais de recursos humanos, gerentes, proprietários ou funcionários dos estabelecimentos da região. Os dados levantados foram: nome, endereço, número total de funcionários da empresa e tempos de entrega.

Os dados coletados foram então georeferenciados no *TransCAD 8* ([www.caliper.com](http://www.caliper.com)) e, a partir dos modelos de geração de viagens, calculado o número de viagens atraídas diariamente por cada empresa, ou seja, o número viagens por motivo de carga (recebimento) que cada empresa recebia por dia, para cada grupo econômico. As viagens foram então agregadas para a divisão espacial por *Grid* de 900 células (30x30) assim como no estudo de Shiratsuchi, (2001), para melhor visualização e análise dos dados que serão necessários em modelagens futuras da pesquisa. A Figura 15 apresenta a localização das empresas na região central de São João Del Rei e a Tabela 14 traz o número de viagens atraídas, por cada grupo econômico.



**Figura 15-** Localização das empresas

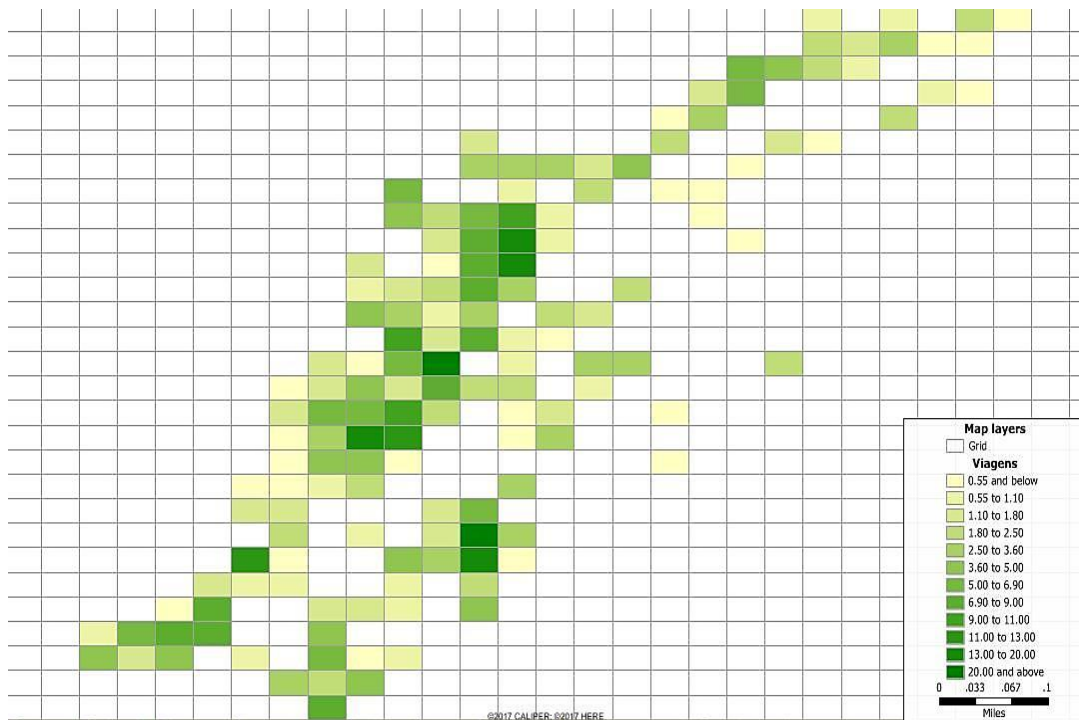
Assim, calculou-se que a região atrai diariamente um total de 473 viagens. Percebe-se que o setor A é o que recebe o maior número de viagens por demandar produtos frescos para consumo diário e que são, em sua maioria, de rápida pericibilidade. Esse setor é composto em sua maioria por bares e restaurantes, que prestam serviços de alimentação para a população que trabalha na região e que na busca da otimização do tempo, realizam sua alimentação fora do lar. Além disso, o setor também atende ao grande número de turistas que visitam a região e que para conhecer a gastronomia local, acabam realizando suas refeições nesses estabelecimentos. Por receber um grande número de entregas, o mesmo também enfrenta um grande número de problemas.

**Tabela 14-** Quantidade de viagens geradas por dia

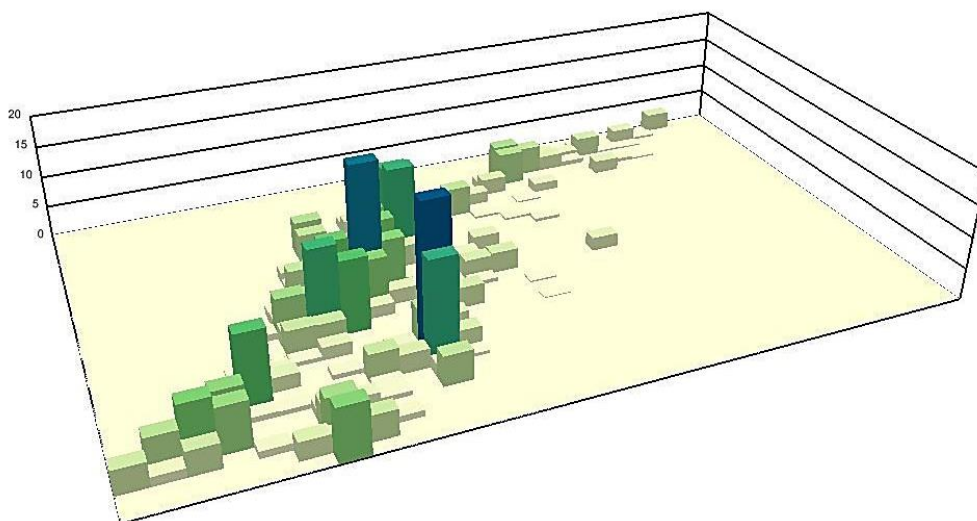
<b>Setor</b>	<b>Total de viagens geradas</b>	<b>% do Total de viagens geradas</b>
<b>Grupo A</b>	179,3	37,9%
<b>Grupo B</b>	4,3	0,9%
<b>Grupo C</b>	117,1	24,7%
<b>Grupo D</b>	23	4,9%
<b>Grupo E</b>	6,8	1,4%
<b>Grupo F</b>	77,6	16,4%
<b>Grupo G</b>	64,9	13,7%
<b>TOTAL</b>	<b>473,3</b>	<b>100,0%</b>

O setor C apresenta a segunda maior porcentagem das viagens. Nele, encontram-se os estabelecimentos do ramo de farmácia e perfumaria que, embora representem uma pequena parcela do total de empresas, demandam um alto de número de entregas. Tal fato, segundo entrevistados, é explicado pela grande variedade de medicamentos comercializados e também por sua alta perecibilidade. Isso, por sua vez, faz com que esses estabelecimentos trabalhem com políticas de baixo nível de estoque e alta frequência de entregas para manter seu nível de atendimento ao cliente. Durante as entrevistas, esses estabelecimentos também relataram que a maioria das entregas são realizadas por veículos de pequeno porte e que por esse motivo, enfrentam menos problemas para receber suas entregas.

Para visualizar a distribuição das viagens na região estudada foi elaborado um mapa de densidade das entregas e uma visualização em 3D dessas entregas na região, tendo como base o somatório das viagens geradas. Esses mapas são ilustrados nas Figuras 16 e 17.



**Figura 16-** Distribuição espacial das viagens



**Figura 17-** Mapa 3D da distribuição espacial das viagens

Percebe-se que a região que recebe mais viagens (região central do mapa) é onde estão localizadas as empresas que comercializam móveis e eletrodomésticos, que são as empresas de grande porte. Durante as entrevistas essas foram às empresas que relataram mais problemas. Neste local, está localizada uma das avenidas de maior extensão e concentração

comercial da cidade e é onde se observa a maioria das ocorrências de estacionamentos de veículos de carga em fila dupla e obstrução ao tráfego.

Ainda no entrono dessa região também se concentram um grande número de lojas do setor de vestuário e calçados, onde há grande parte do patrimônio histórico da cidade. Por se tratar de uma região histórica, é onde se observa também o maior número de bloqueios da via por caminhões, que por serem muito estreitas, permitem o tráfego de apenas um veículo.

### **6.4.3 CÁLCULO DO NÚMERO VAGAS PARA CARGA E DESCARGA NECESSÁRIAS**

Esta seção apresenta os resultados obtidos para o estudo do caso da cidade histórica de São João Del Rei. A seção começa com a estimativa do tráfego gerado pelos modelos de geração de viagens, que é então usada para avaliar as necessidades correspondentes de vagas para carga e descarga para diferentes pressupostos dos tempos de estacionamento. Posteriormente, apresenta-se a proposta de localização das novas vagas e diferentes cenários de estratégias de *City Logistics* para avaliar os impactos correspondentes nas necessidades de estacionamento do transporte urbano de cargas.

A aplicação dos modelos de geração de viagens indicou que o número total de viagens gerado no centro comercial de São João Del Rei é composto por 433,33 viagens diárias (para fins de cálculo, esses valores não são arredondados, pois influenciam as necessidades de estacionamento). Entretanto, durante as entrevistas relatou-se que 25% dessas entregas são realizadas por veículos de grande porte, mesmo existindo uma Lei Municipal (Nº 2.487) que proíbe a circulação desses veículos nas áreas centrais da cidade.

Buscando se enquadrar à legislação municipal em vigência e para que as soluções propostas por este estudo estejam em conformidade com a lei, foi considerada a conversão das viagens realizadas por veículo de grande porte para veículos de médio porte, de acordo com sua capacidade de carga (GUIA DO TRC, 2018). Essa conversão se justifica, pois foi observado nas simulações apresentadas na Tabela 15, que se convertidas para veículos de pequeno porte, as viagens realizadas na região diariamente poderiam triplicar, levando a uma alta demanda de vagas que não seriam comportadas pela região. Observa-se que são necessários<sup>12</sup> veículos tipo *Pickup*/Van/Caminhonete para substituir cada veículo Truck, segundo a conversão baseada na sua capacidade de entrega. Enquanto um veículo *Pickup*/Van/Caminhonete tem capacidade para transportar cargas de 1 tonelada, um veículo Truck tem capacidade para transportar cargas de 12 toneladas, considerando um caminhão

cheio para o melhor aproveitamento da capacidade do veículo. Além disso, esse aumento significativo no número de viagens poderia agravar ainda mais os problemas existentes na cidade, como: congestionamento, poluição, falta de vagas para estacionar (tanto para veículos particulares como para caminhões), desgaste da infraestrutura viária da cidade, entre outros.

**Tabela 15-** Conversão das viagens

<b>Tipo de Veículo</b>	<b>Capacidade de carga (Ton.)</b>	<b>Nº de Viagens por veículos</b>	<b>Conversão Truck para Pickup/van/caminhonete</b>	<b>Conversão Truck para VUC</b>
<b>Pickup/van/caminhonete</b>	0,75	189,33	1609,28	189,33
<b>VUC</b>	3,00	165,66	165,66	520,6498
<b>Truck</b>	9,00	118,33	0,00	0,00
<b>Total</b>		<b>473,32</b>	<b>1774,94</b>	<b>709,98</b>

Nesse contexto, considerando que para substituir cada veículo Truck são necessários 3 veículos VUC, o número total de viagens considerado para se dar prosseguimento às análises deste estudo, foi de 709,98 viagens diárias. Dessa forma, tal como Jaller *et al.*, (2013), a necessidade de estacionamentos para carga e descarga foram estimadas considerando o número de viagens que a região atraía. Para isso, foram levados em consideração a porcentagem de entregas que ocorrem em cada horário do dia, levantadas durante as entrevistas (Tabela 16).

**Tabela 16-** Porcentagem de entregas por horário e por tipo de veículo

	<b>08h00- 11h59</b>	<b>12h00- 15h59</b>	<b>16h00- 19h59</b>	<b>Noturno</b>
<b>Pickup/van/caminhonete</b>	12%	11%	8%	1%
<b>VUC</b>	36%	22%	18%	2%
<b>Total</b>	<b>37%</b>	<b>33%</b>	<b>27%</b>	<b>3%</b>

Em termos da quantidade de tempo estacionada em um determinado local, levantou-se durante as entrevistas que os veículos de carga de pequeno porte (*pick-up/van/caminhonete*) e de médio porte (VUC), ao realizarem suas entregas, ocupam o espaço por um período de 0,5 e 1,25 horas respectivamente, na condição de caso base. Deve-se notar que este tempo inclui o tempo para organizar o trabalho e/ou descarregar a carga, caminhar até o local do cliente, depositar a mercadoria ou voltar para o veículo e carregar o veículo para sair.

A Tabela 17 apresenta uma análise de sensibilidade para avaliar os impactos das mudanças na duração do estacionamento dos veículos. Além dos valores de base de 0,5 e 1,25 horas, considerou-se dois cenários adicionais assim como em (CAMPBELL *et al.*, 2018). No

cenário “mínimo”, as durações dos estacionamentos são definidas para os menores valores práticos, ou seja, 0,25 e 0,62 horas. No cenário “máximo”, as durações dos estacionamentos foram fixadas em 1 e 2,50 horas, como médias para realização da entrega, respectivamente. O número de vagas/hora necessário é destacado na Tabela 17 no período crítico em que ele acontece: sempre no período da manhã. Para calcular essa demanda de vagas/hora, o número de viagens em cada período do dia foi multiplicado pela porcentagem total de viagens por hora, para se obter a quantidade de veículos que podem chegar na região em cada hora do dia. Esse número de veículos por hora foi então multiplicado pelos tempos supracitados para se obter a demanda de vagas/hora na região, para cada veículo.

**Tabela 17-** Total de viagens por período do dia e demanda total de estacionamento

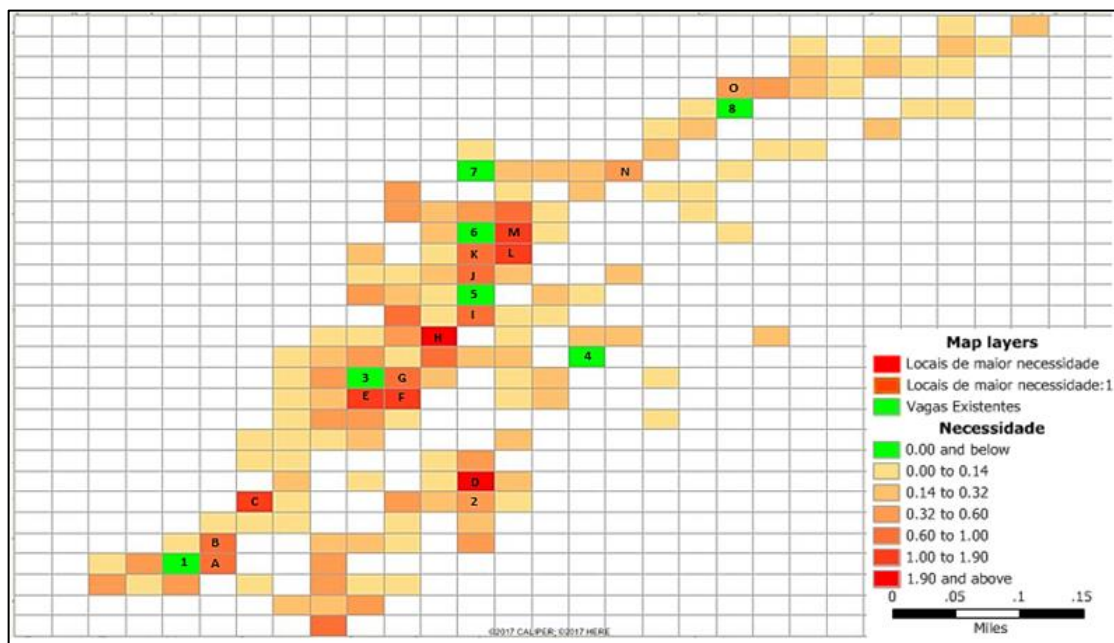
Horário	Viagens/dia	% do total de viagens/hora	Veículos/hora	Mínimo		Real		Máximo	
				Tempo de estacionamento	Vagas/hora	Tempo de estacionamento	Vagas/hora	Tempo de estacionamento	Vagas/hora
08h00-11h59	218,91	9,25%	24,30	0,25	6,08	0,50	12,15	1,00	24,30
				0,62	15,07	1,25	30,38	2,50	60,75
12h00-15h59	195,24	8,25%	19,33	0,25	4,83	0,50	9,66	1,00	19,33
				0,62	11,98	1,25	24,16	2,50	48,33
16h00-19h59	159,74	6,75%	12,94	0,25	3,23	0,50	6,47	1,00	12,94
				0,62	8,02	1,25	16,18	2,50	32,35
Noturno	17,75	0,75%	0,16	0,25	0,04	0,50	0,08	1,00	0,16
				0,62	0,10	1,25	0,20	2,50	0,40
<b>Total</b>	<b>709,98</b>			<b>Número de vagas necessárias</b>				<b>43</b>	

Depois de todas essas análises e levando em consideração o princípio de cobertura máxima Loureiro *et al.*, (2012) e Nunes *et al.*, (2007), que estabelece que para atender sua demanda crítica, uma região deve implantar vagas de estacionamento de acordo com sua demanda máxima de veículos de entrega que chegam ao longo dos períodos do dia, o número de vagas mínimo necessário é apresentado na Tabela 17. Os resultados mostram que as necessidades de vagas para carga e descarga são fortemente influenciadas pela duração média do estacionamento. Essencialmente, quanto maior a duração do tempo de estacionamento, mais vagas de carga e descarga são necessárias. Este resultado, aparentemente óbvio, tem importantes implicações políticas para a localização e alocação de vagas de estacionamento em ambientes urbanos. Como evidenciado por Campbell *et al.* (2018), a duração do estacionamento é influenciada pelo tempo de caminhada gasto entre o veículo e o estabelecimento da entrega (e vice-versa). Dessa forma, quanto menor a distância veículo-

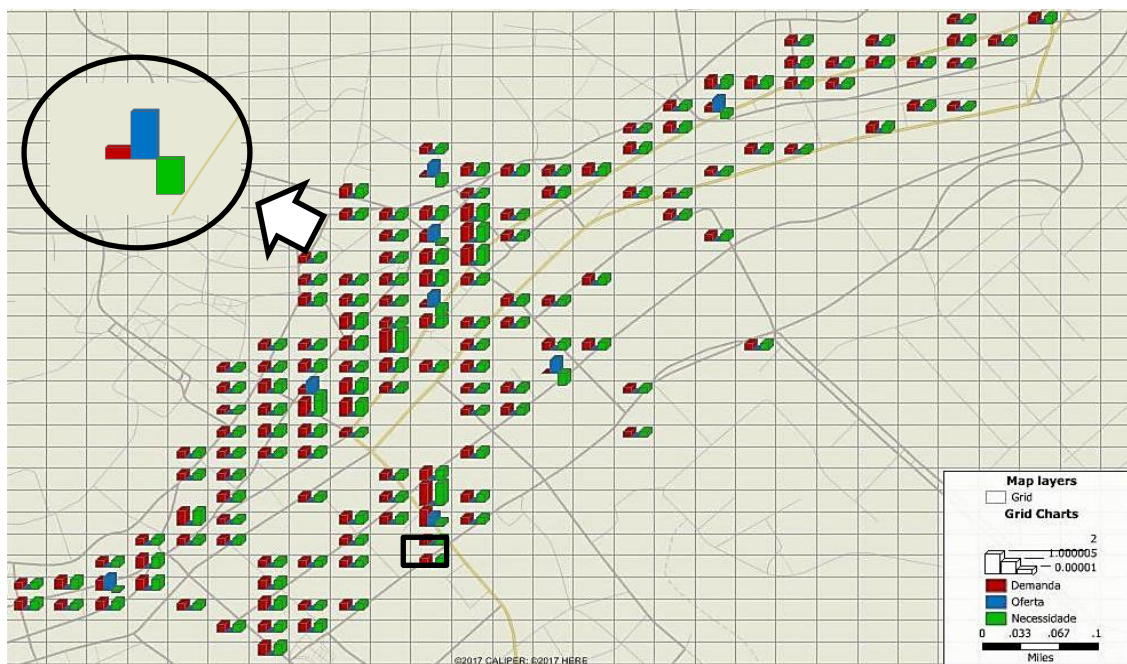


estabelecimento, menor a duração do estacionamento e menor o número de vagas de carga e descarga necessárias.

Além disso, a oferta de estacionamento alocada na cidade para o uso de veículos de carga é inadequada. Atualmente a região conta com apenas 08 vagas de carga descarga e tem uma demanda de 43 vagas/hora em períodos de pico como o da manhã, faltando assim 35 vagas para atender sua demanda total. Como observado durante as entrevistas, a indisponibilidade dessas vagas têm causado diversos problemas no tráfego e na infraestrutura da cidade como: dificuldade de circulação de pessoas e veículos durante horários de pico, estacionamento em locais irregulares, desgaste da infraestrutura viária e do patrimônio histórico. A Figura 18 demonstra a distribuição da demanda de vagas/hora na região, demonstrada na Tabela 17. Os locais de maior concentração da necessidade de vagas de carga e descarga estão destacados em tons de vermelho escuro, nomeados por letras de A a O e os locais das vagas de carga e descarga existentes na região em verde, numerados de 1 a 8, com exceção do local 2 onde a oferta de vagas excede a demanda. Já a Figura 19 faz uma representação gráfica da demanda, oferta e necessidade de vagas para carga e descarga da região, contabilizando a necessidade de vagas como a oferta subtraída da demanda.



**Figura 18-** Necessidade de vagas para carga descarga

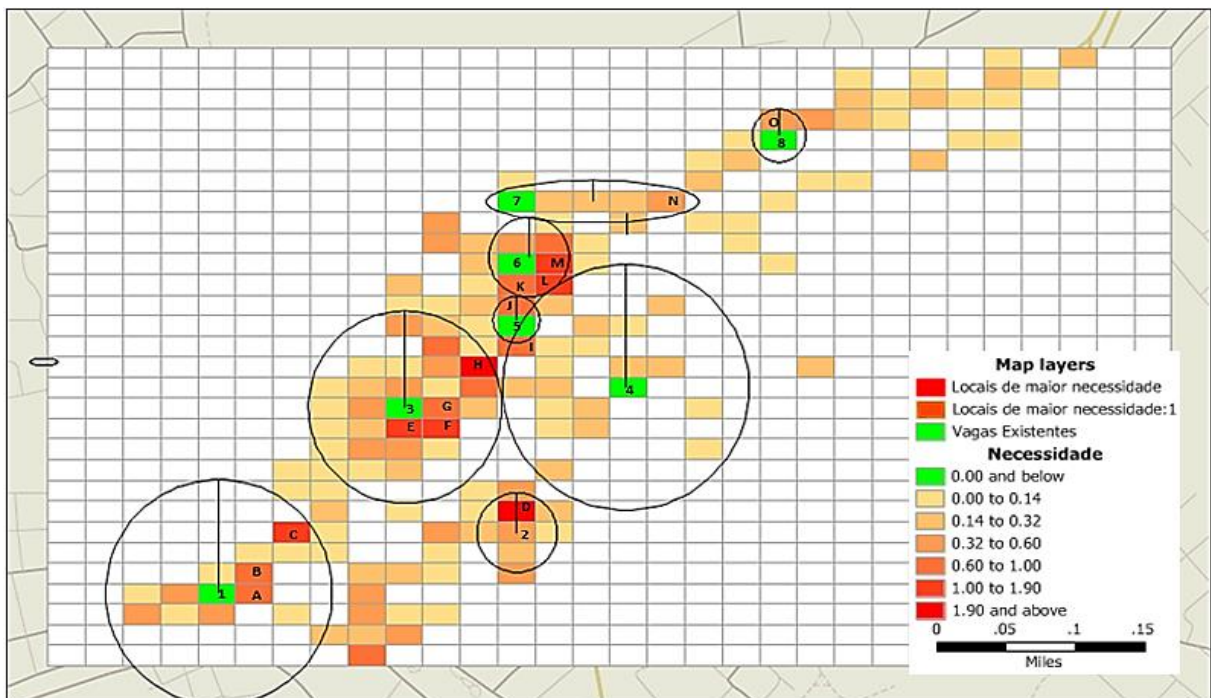


**Figura 19-** Demanda x Oferta x Necessidade

Observa-se através da análise das figuras 18 e 19, que existe somente um ponto onde a necessidade por vagas de carga e descarga excede a oferta da vaga existente no local, numerado como local 2 na Figura 18 e destacado por um retângulo preto na Figura 19. Nos demais pontos, destacados em verde na Figura 18 e numerados de 1 a 8, com exceção do local 2, são onde estão localizadas as vagas de carga e descarga existentes na cidade. Nesses locais, a oferta de vagas excede a demanda local, de acordo com a divisão espacial localizada nessa pesquisa. Essa diferença pode ser observada pela barra gráfica em verde na Figura 19, que representa a oferta de vagas subtraída da demanda. Tal fato pode ser explicado pela distância entre as vagas existentes e os pontos de maior necessidade de entregas que, conseqüentemente, são também os pontos de maior concentração das entregas, por apresentarem uma maior demanda de vagas devido número entregas recebidas diariamente. Como relatado por entrevistados, as 08 vagas existentes na região não atendem à demanda de todos os estabelecimentos comerciais da região e estão localizadas, em sua maioria, distantes das regiões que recebem o maior número de entregas. Tudo isso, tem colaborado para a crescente reivindicação por parte dos varejistas, para a implantação de novas vagas de carga e descarga na região junto à administração pública da cidade.

Para avaliar os impactos da distância sobre a ocupação das 08 vagas de carga existentes na região e os locais de maior concentração de entregas, foi realizada uma

simulação com base na distância entre cada vaga de carga e descarga e os pontos de maior necessidade de vagas mais próximos, que cada vaga poderia atender. Para isso, considerou-se o tempo de caminhada realizado pelos motoristas, baseados nas distâncias percorridas entre as vagas de carga e descarga da cidade (destacadas em verde e numeradas de 1 a 8 na Figura 18) e os pontos de maior necessidade de vagas mais próximos, considerando sua necessidade por vagas de carga e descarga (destacados em vermelho e classificados da letra A até O, na mesma Figura). A Figura 20 demonstra a área de cobertura de cada uma das 08 vagas de carga e descarga da região, bem como os pontos de maior concentração de entregas mais próximos que podem ser atendidos pelas vagas existentes.



**Figura 20-** Área de Cobertura das vagas de carga e descarga existentes

Para fins de cálculo da ocupação das vagas pelos veículos *Pickup/Van/Caminhonete* e *VUC*, os tempos de caminhada de cada um das 08 vagas de carga até os estabelecimentos foram calculados usando a distância entre as vagas existentes e as regiões de maior concentração de entregas, considerando uma velocidade de deslocamento de 1,4 metros/segundo, assim como em Campbell *et al.*, (2018) e após isso convertido em minutos. Se interseções tiverem que ser cruzadas, um tempo de espera de 1 min/interseção é adicionado. O tempo de preparação no veículo, associado ao carregamento/descarregamento/embalagem e o tempo necessário para fazer uma entrega são

ambos presumidos como 10 minutos cada (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2014). Os resultados dessa simulação são aprestados na Tabela 18. A primeira e segunda coluna da tabela, denominadas Vaga e Local, representam as 08 vagas de carga e descarga existentes na região e os locais de maiores necessidades de vagas que essas vagas atendem, ilustrados na Figura 20. A terceira e quarta coluna, denominadas Distância e N° de intercessões, demonstram a distância entre as 08 vagas existentes e os pontos de maiores necessidades mais próximos atendidos por essas vagas, bem como a quantidade de intercessões a serem cruzadas para realização das entregas nestes locais. A quinta coluna, denominada Tempo de caminhada, demonstra o tempo de caminhada gasto pelos entregadores entre as vagas e os locais de maior concentração das entregas, calculado pela distância dividida pela velocidade de deslocamento supracitada e acrescida dos tempos de cruzamento por intercessão (quando houver), de preparação do veículo e de entrega. As demais colunas representam o tempo de ocupação de cada vaga ao realizar uma entrega nos pontos de maior concentração de entregas para os veículos *Pickup/Van/Caminhonete* e VUC, bem como o aumento do tempo de ocupação de cada vaga devido ao tempo gasto na caminhada para realização das entregas. Calculados, através da soma do tempo de caminhada e do tempo médio de realização de entrega no estabelecimento, considerado 30 minutos, segundos dados coletados durante as entrevistas. Por fim, compara-se o tempo de ocupação com o tempo médio da realização da entrega para contabilizar o aumento do tempo de ocupação de cada vaga, devido ao tempo de caminhada.

**Tabela 18-** Tempo de ocupação das vagas

Vaga	Local	Distância (metros)	N ° de Intercessões	Tempo de caminhada (min)	Ocupação da vaga <i>Pickup/Van/Caminhonete</i> (min)	% aumento	Ocupação da vaga VUC (min)	% aumento
1	A	57,13	0	20,68	50,68	68,93%	95,68	27,57%
	B	58,80	0	20,70	50,70	69,00%	95,70	27,60%
	C	143,77	1	22,71	52,71	75,71%	97,71	30,28%
2	D	34,66	0	20,41	50,41	68,04%	95,41	27,22%
	E	31,55	1	21,38	51,38	71,25%	96,38	28,50%
3	F	65,65	1	21,78	51,78	72,61%	96,78	29,04%
	G	57,11	1	21,68	51,68	72,27%	96,68	28,91%
	H	116,43	2	23,39	53,39	77,95%	98,39	31,18%
4	I	179,55	2	24,14	54,14	80,46%	99,14	32,18%
5	J	34,80	0	20,41	50,41	68,05%	95,41	27,22%
	K	31,49	2	22,37	52,37	74,58%	97,37	29,83%
	L	60,91	2	22,73	52,73	75,75%	97,73	30,30%
6	M	53,93	1	22,64	52,64	75,47%	97,64	30,19%
	N	195,09	3	25,32	55,32	84,41%	100,32	33,76%
8	O	33,14	0	20,39	50,39	67,98%	95,39	27,19%

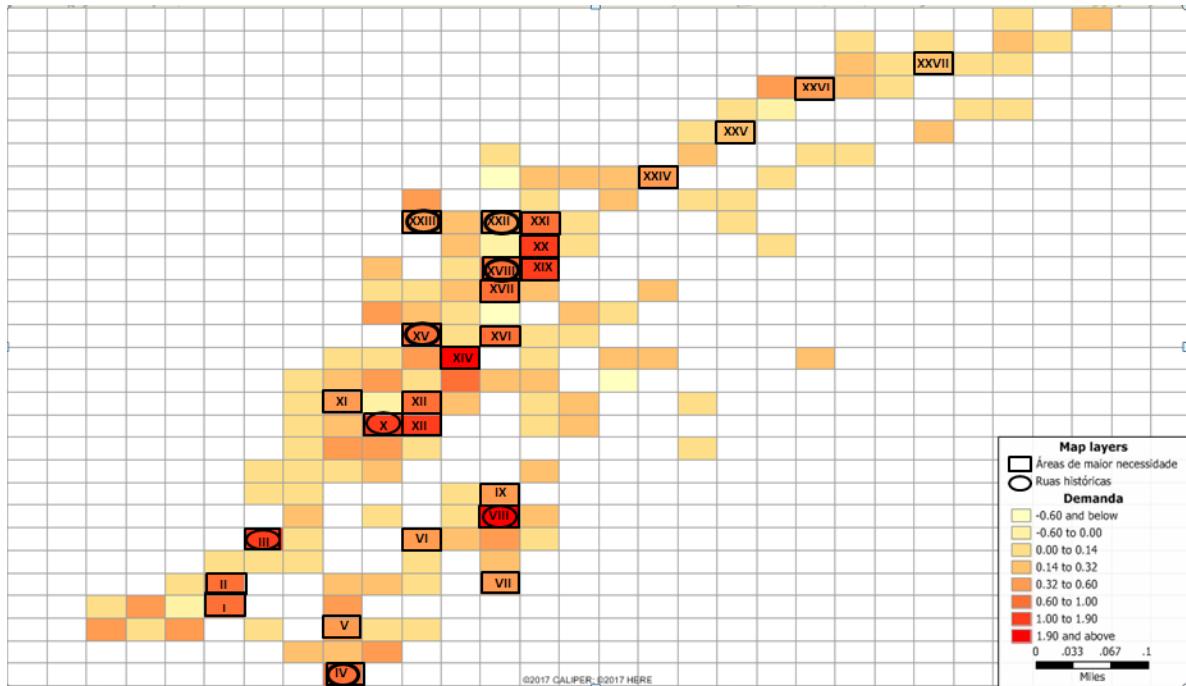
Os resultados obtidos através da simulação do tempo de entrega para veículos *Van/Pickup/Caminhonete* e *VUC*, indicam que a distância de caminhada entre as vagas de carga e descarga e os locais de maior concentração das entregas também exercem uma forte influência na ocupação das vagas existentes na região, pois, aumentam o tempo de entrega para esses veículos. Como observado na Tabela 18, para veículos de pequeno porte como *pick-ups*, vans e caminhonetes o aumento do tempo de ocupação das vagas pode chegar até 84%. Já para veículos de médio porte como os *VUC's*, esse aumento pode chegar a 33%. Os maiores impactos estão nos casos em que as vagas de carga e descarga estão mais distantes, como no caso de abastecimento do local N pela vaga 7. Observa-se, portanto, que a distância entre as vagas existentes e os locais de entrega, causa um aumento no tempo de ocupação dessas vagas e que há uma necessidade de abertura de novas vagas de carga e descarga próximas às regiões de maior concentração de entregas. Como mencionado anteriormente, os interesses dos estabelecimentos localizados na região estão perfeitamente alinhado com este objetivo.

## **6.5 ESTÁGIO 3: LOCALIZAÇÃO DAS VAGAS E PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS**

Nesta seção foi realizada uma proposição da localização da carência de vagas de carga e descarga necessárias para região central da cidade, calculadas a partir da demanda de vagas/hora da seção anterior e levando em consideração as características históricas das vias da cidade. Na sequência são sugeridas medidas de *City Logistics* aplicadas em conjunto à implantação das novas vagas para diminuir a carência de vagas/hora na região, entre elas o *OHD*, o *CCU* e o uso de *ITS*.

### **6.5.1 LOCALIZAÇÃO DAS VAGAS**

Conhecida a demanda de vagas de carga e descarga/hora e sua distribuição espacial ao longo da região estudada, parece factível que sejam implantadas mais vagas de carga e descarga para atender os estabelecimentos da região. Para isso, foi realizada nesta seção uma proposta de localização das 35 vagas de carga e descarga necessárias, levando em consideração a localização e a demanda das 08 vagas já existentes. A Figura 21 demonstra a existência de 27 locais, os quais apresentam a maior demanda por vagas por região. Como a necessidade de vagas é maior nesses locais, parece viável que as novas vagas sejam implantadas nos mesmos, para atender os veículos de entrega que a região recebe.



**Figura 21-** Áreas de maior demanda de vagas e ruas históricas

Entretanto, como se trata de uma região histórica, alguns desses locais (circulados em preto na Figura 21), não comportam a implantação de vagas de carga e descarga devido às dimensões estreitas das vias, que têm capacidade apenas para a circulação de um veículo. Dessa forma, a implantação de vagas para carga e descarga nessas localidades pode fazer com que os motoristas ao estacionarem seus veículos nessas ruas bloqueiem a via, impedindo a circulação de veículos nas proximidades e aumentando os problemas locais. A Figura 22 demonstra esses locais.



Local III- Rua Manoel Anselmo



Local VI- Praça Frei Orlando



Local VIII- Rua Ministro Gabriel Passos



Local X- Rua Arthur Bernardes



Local X- Rua Marechal Teodoro



Local XV- Travessa Lopes Bahia



Local X- Rua João Jacob



Local XV- Rua Frei Norberto

**Figura 22-** Ruas Históricas

Para evitar esse problema, foi possível observar durante a coleta de dados, que alguns motoristas já utilizam alguns locais próximos a ruas estreitas e próximos à locais de grande concentração comercial da cidade para estacionar e realizar a carga e descarga de suas mercadorias mesmo não havendo vagas reservadas para este fim, como pode ser observado na Figura 23. Neste sentido, também parece factível que as vagas destinadas a essas ruas da cidade sejam remanejadas para locais próximos, como os já utilizados para esse fim.



**Figura 23-** Locais utilizados atualmente para estacionamento e carga e descarga de mercadoria

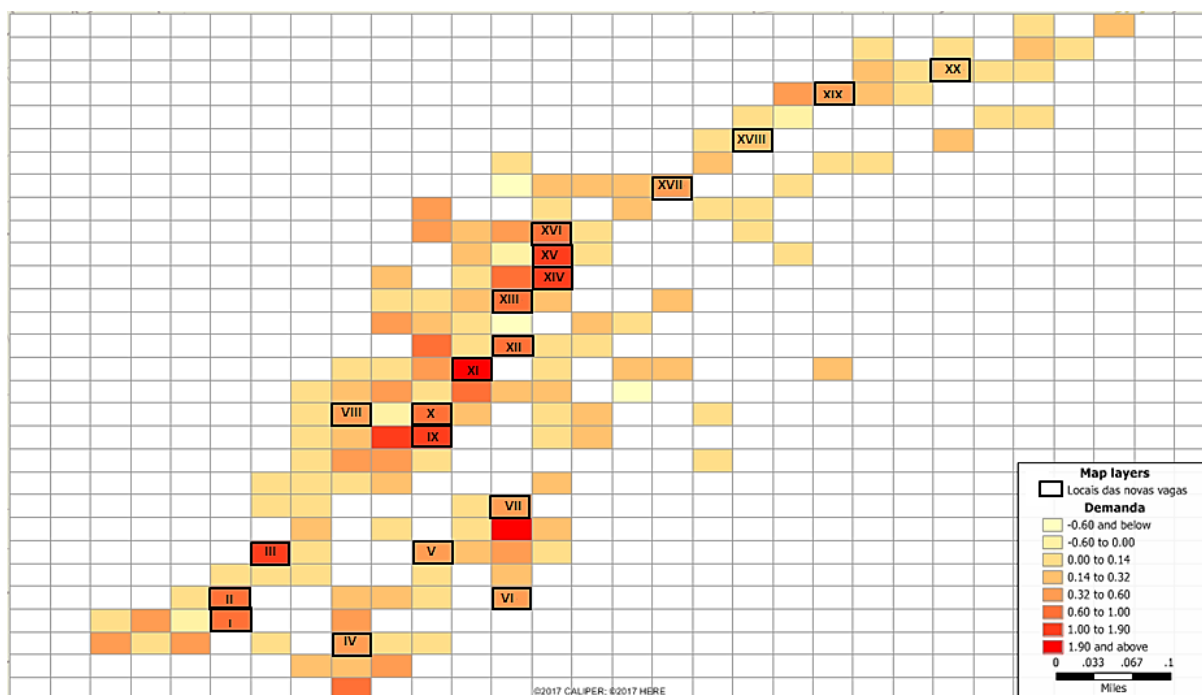
Levando em consideração os fatos supracitados, foi realizada uma proposta para localização das novas vagas, levando-se em consideração a demanda de vagas para carga e descarga das áreas onde ocorre o maior número de entregas (demonstradas na Figura 21), para que houvesse uma maior ocupação das vagas implantadas. Para isso, agregaram-se os pontos de menor demanda por vagas de carga e descarga, demonstradas pelas cores mais claras na Figura 21, aos locais de maior demanda por vagas, para que as novas vagas obtivessem uma maior taxa de ocupação de vagas/hora. Dessa forma, as regiões com baixa demanda por vagas, como por exemplo, com uma demanda de vagas de 0,27 vagas/hora, foram agregadas as regiões de alta demanda por vagas, como por exemplo, o local IV, que tem uma demanda de 0,73 vagas/hora e assim sucessivamente. Chegando assim, à demanda de uma, duas, três ou quatro vagas/hora para que sua taxa de utilização fosse totalmente preenchida durante cada hora do dia. As vagas destinadas às ruas históricas da cidade também foram agrupadas junto a locais próximos às áreas de grande concentração comercial, que já são utilizadas para esse fim.

No local III, as vagas podem ser implantadas próximas à Praça do Tamandaré, que já é utilizada para realização de carga e descarga de mercadorias na região, mesmo não sendo regulamentada para esse fim. Seu entorno tem extensão total de 112 metros para estacionamento, o que comporta até 25 veículos de pequeno porte. Se fossem implantadas as 2 vagas nesse local, elas ocupariam 5% da extensão ao entorno da praça (considerando o estacionamento do veículo de forma frontal). No local VII, as novas vagas podem ser implantadas ao longo da Avenida Tiradentes, que é onde se concentra grande parte das empresas da região. A avenida tem sentido unidirecional, com 800 metros que comportam até 189 veículos de pequeno porte. Se fossem implantadas todas as 3 vagas nessa avenida, elas ocupariam 2% da extensão da via (que, vale ressaltar, se estende também pelos locais 5, 6 e 9). No local X, as vagas poderiam ser implantadas na Avenida Presidente Tancredo Neves,



próximo ao local XII, pois são regiões próximas a lojas de vestuário e farmácias. Para as mesmas condições observadas nos locais III e VIII, a ocupação da Avenida Presidente Tancredo Neves seria de 2%. As demais vagas podem ser alocadas nas Avenidas Tiradentes e Presidente Tancredo Neves, localizado na lateral da Praça do Coreto, assim como nos locais VIII e X, pois essas vias estão localizadas próximas a esses locais e possibilitam o abastecimento da maioria dos estabelecimentos comerciais da região, como evidenciado na Tabela 17. Sua ocupação também ocuparia entre 1 e 3% dessas vias.

Essa proposta se justifica, pois, segundo Campbell *et al.*, (2018) e Loureiro *et al.*, (2012), os motoristas de veículos de carga, na falta de vagas para estacionar próximas ao local da entrega, podem considerar estacionar em locais mais distantes quando: 1) não existem vagas de carga e descarga próximas ao estabelecimento ou há dificuldades para estacionar no local e, 2) a distância entre a vaga de carga e descarga e o estabelecimento não exceda a 200 metros ou a 10 minutos de caminhada. Dessa forma, a transferência de baixas demandas de vagas para carga e descarga para locais próximos, pode fazer com que motoristas, na ausência de vagas de carga e descarga no local de entrega, considerem estacionar em locais próximos, devido à disponibilidade de vagas e proximidade com o local da entrega. A implantação de novas vagas nos locais de menor demanda de vagas pode não ser viável, pois, pode fazer com que essas vagas fiquem, em sua maior parte do tempo, desocupadas e não atendam as áreas de maior concentração de entregas, destacados em tons mais escuros na Figura 21. Após todas as considerações realizadas e do agrupamento das demandas por vagas, o local de implantação das novas vagas, seu ponto de referência e a quantidade de vagas a serem implantadas são demonstrados na Figura 24 e na Tabela 19.



**Figura 24-** Locais de implantação das novas vagas de carga e descarga

**Tabela 19-** Ponto de referência e quantidade de vagas

Local das vagas	Ponto De Referência	Quantidade de vagas a serem implantadas
I	Praça Três Heróis da Febe, nº 99	1
II	Avenida General Ozorio, nº 50	1
III	Praça Tamandaré, nº 154	2
IV	Avenida Tiradentes, nº 807	1
V	Avenida Tiradentes, nº 670	3
VI	Rua Doutor Balbino Da Cunha, nº 19	1
VII	Avenida Tiradentes, nº 530	3
VIII	Rua Arthur Bernardes, nº 30	2
IX	Avenida Presidente Tancredo Neves, nº 191	2
X	Avenida Presidente Tancredo Neves, nº 61	2
XI	Avenida Presidente Tancredo Neves, nº 137	1
XIII	Avenida Presidente Tancredo Neves, nº 183	3
XIII	Avenida Presidente Tancredo Neves, nº 241	1
XIV	Praça do Coreto	4
XV	Avenida Presidente Tancredo Neves, nº 333	2
XXVI	Rua Amélio Ribeiro Guedes, nº 27	2
XVIII	Avenida Presidente Tancredo Neves, nº 509	1
XIX	Avenida Presidente Tancredo Neves, nº 635	1
XX	Praça Raul Soares, nº 49	1
XXI	Praça Raul Soares, nº 95	1

Observa-se que as novas vagas de carga e descarga para região central de São João Del Rei, podem ser alocadas em 20 locais dispersos pela região, os quais recebem o maior número de entregas e podem demandar de 1 até 4 vagas de estacionamento. Considerando esses

locais, indicados para implantação das novas vagas, as vagas já existentes na região e as afirmações de Campbell *et al.*, (2018) e Loureiro *et al.*, (2012), descritas no início deste capítulo, foi elaborado um novo mapa para verificação da cobertura de atendimento das empresas na região. Para isso, através da ferramenta *Radious* do *TransCAD*, foram criados *buffers* de 200 metros ao redor de todas as regiões que receberiam as novas vagas. Como verificado na Figura 25, a implantação das novas vagas nessas regiões, tem o potencial para atender a todos os estabelecimentos da região, exceto para uma empresa que está localizada em uma região mais distante da região central. Esse estabelecimento apresenta uma baixa demanda por vagas (0,19 vagas/hora) e foi um dos estabelecimentos a relatar, durante as entrevistas, que não enfrenta grandes dificuldades para realizar seu abastecimento. Desta forma, a implantação de uma vaga de carga e descarga nessa região parece não ser viável, pois a mesma poderia ficar em até 81% do tempo ociosa e atenderia somente a um estabelecimento.

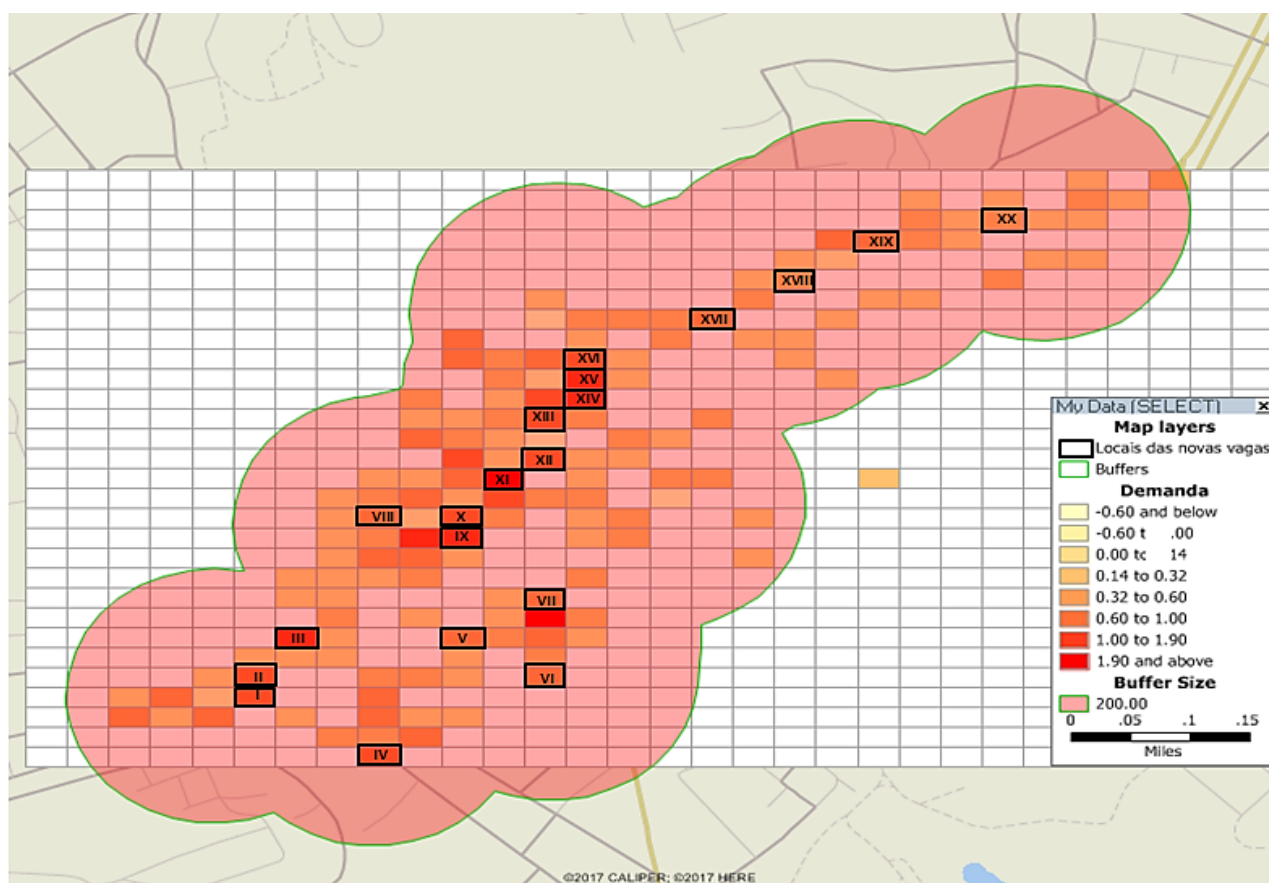


Figura 25- Área de cobertura das vagas

Como observado na Figura 25, a área de cobertura das vagas de carga e descarga (novas e existentes) se sobrepõe. Isso por sua vez, pode fazer com que os motoristas utilizem as vagas de carga e descarga de outras localidades caso a vaga mais próxima esteja ocupada no momento da entrega. Tal fato, também é evidenciado no estudo de Campbell *et al.*, (2018). Segundo o autor, isso aumenta a disponibilidade de estacionamento nos centros urbanos, porém, ainda não há estudos que consigam modelar esse comportamento devido a dependência da decisão tomada pelo motorista ao encontrar uma vaga de carga e descarga ocupada no momento da entrega.

Nesse contexto, as afirmações de Campbell *et al.*, (2018) e Loureiro *et al.*, (2012), assim como a região de cobertura das novas vagas demonstrada na Figura 20, fornecem subsídio para implantação das novas vagas. No entanto, é importante ressaltar que essas configurações são apenas proposições iniciais e necessitam ser discutidas junto aos órgãos públicos da cidade, para que as implantações das novas vagas não comprometam a infraestrutura urbana da cidade. A implantação dessas vagas em conjunto com políticas de mobilidade urbana, pode ainda, diminuir a demanda de vagas na região. Essas políticas de mobilidade urbana, bem como seus impactos sobre a demanda de vagas para carga e descarga em cidades históricas, são analisadas na seção a seguir.

### **6.5.2 PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS**

Uma maneira de reduzir a carência de vagas para carga e descarga é reduzir o tráfego de veículos usando medidas de *City logistics*. Como indicado por Holguín-Veras *et al.*, (2015), o *City logistics* procura induzir mudanças de comportamento nos geradores de demanda - que no caso considerado nesta pesquisa são os receptores dos suprimentos e serviços - para aumentar a sustentabilidade do tráfego criado. Esse conceito reconhece o papel desempenhado pelos receptores e, conseqüentemente, procura mudar a demanda dos receptores para reduzir as externalidades produzidas pelo tráfego associado (ANAND; DUIN E TAVASSZY, 2016).

De acordo com Holguín-Veras *et al.*, (2015), o *City logistics* adota a mesma abordagem, tanto para lidar com problemas de estacionamento, quanto para lidar com os problemas de congestionamento, tentando modificar como os receptores obtêm suas entregas para distribuir a infraestrutura de forma que a demanda seja atendida de maneira mais eficiente. Campbell *et al.*, (2018), através de sua pesquisa em cidades norte-americanas concluíram que, em um mercado competitivo, os receptores têm muita influência sobre

quando, onde e como as entregas são feitas. Como os receptores são os clientes, transportadores que não fazem o trabalho da maneira desejada pelo receptor, correm o risco de serem substituídos por concorrentes mais capacitados. Isso implica que as políticas públicas visam induzir os receptores - particularmente aqueles localizados em áreas congestionadas - a mudar o horário, o número, o destino e/ou o modo usado para receber suas entregas.

As medidas de *City Logistics* que farão parte da discussão deste estudo incluem: 1) Programa de Consolidação liderado pelo receptor (para reduzir o número de entregas que chegam a um determinado local); 2) Programas de entregas escalonadas (para difundir distribuições são estrategicamente distribuídas ao longo das horas de trabalho) e; 3) entrega de horários fora do expediente (alternando as entregas para o horário de folga, das 19h às 6h). Essas iniciativas fornecem maneiras plausíveis de reduzir o tráfego do transporte urbano de mercadorias, pois elas visam diminuir o número total de veículos de carga que entram na região e auxiliam na amenização dos problemas enfrentados. Para quantificar o impacto dessas iniciativas de *City Logistics*, foram propostos 3 cenários:

- Cenário Atual - Caso base: as viagens chegam como condições atuais sem qualquer iniciativa, para fins de comparação.
- Cenário 1- Consolidação conduzida pelo receptor: pressupõe-se que as entregas de cada estabelecimento são realizadas por apenas um veículo, que atende em média 3 estabelecimentos. Essa iniciativa pode ocorrer, em muitos casos, através de incentivos fiscais para implantação de um CCU próximo à região central da cidade com a função de consolidar as cargas e entrega-las aos receptores. A consolidação dessas cargas pode diminuir o número de entregas e, conseqüentemente, a demanda por vagas de carga e descarga na região. Segundo a revisão de literatura realizada para essa pesquisa, essa iniciativa é mais utilizada para amenizar os problemas de entregas de mercadorias em cidades históricas.
- Cenário 2- Entregas Fora da Hora (OHD): 30% das entregas realizadas no período da manhã e início da tarde são transferidas para horários noturnos. Tal iniciativa, pode se consolidar também, mediante incentivos fiscais e investimentos públicos em segurança, considerados principais os desafios para implantação dessa iniciativa no Brasil. A transferência dessas entregas para o horário noturno pode diminuir a demanda de vagas no principal horário em que ele ocorre (no horário da manhã) e diminuir o

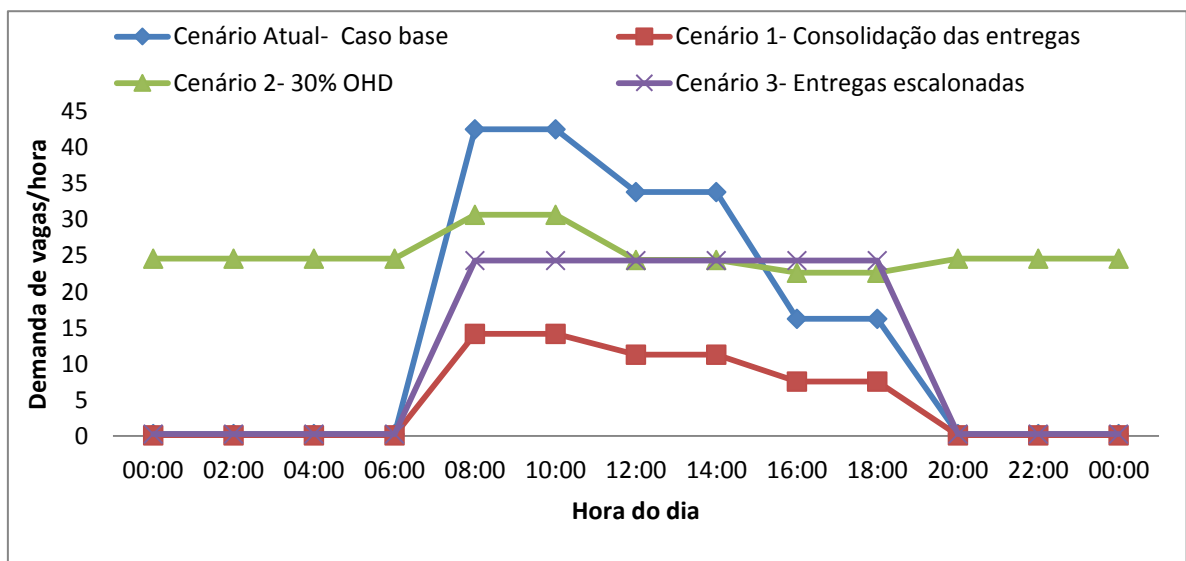
tráfego em horários de pico, fazendo que os veículos de entrega circulem no horário de menor tráfego da cidade. Essa iniciativa, embora menos utilizada para cidades históricas, pode ser considerada como uma das iniciativas menos onerosas quando comparadas a outras iniciativas.

- Cenário 3- Entregas escalonadas: as entregas são distribuídas ao longo do horário comercial da cidade mediante o uso de um ITS, com informações de tráfego em tempo real e estacionamento. Com a popularidade dos aplicativos de celular, essa iniciativa pode ser uma alternativa interessante para a cidade e também de baixo custo de implantação. A criação de um aplicativo para reserva das vagas de estacionamento pode fazer com que a demanda de vagas para carga e descarga possa ser distribuída ao longo do horário comercial da cidade e evitar com que os motoristas utilizem grande parte do tempo procurando locais para estacionar e realizar a carga e descarga das mercadorias. Com o uso desse aplicativo, as entregas poderão ser melhor planejadas, para que não ocorram, em sua maioria, nos horários da manhã, evitando a grande procura por vagas de carga e descarga nesse horário e melhorando a ocupação das mesmas ao longo do dia.

A Figura 26 mostra as necessidades de vagas para carga e descarga para os diferentes cenários, considerando as demandas por vagas de carga e descarga apresentadas na Tabela 17, ao longo dos períodos do dia. No cenário 1, as entregas foram reduzidas em um terço, visto que nesse cenário cada veículo que antes realizava apenas uma entrega, após a consolidação das mesmas, passou a realizar três entregas. Para o cenário 2, 30% das entregas realizadas no período da manhã, considerado como crítico devido à maior demanda de vagas, foram transferidas para o período noturno, horário com a menor demanda de entregas. Já no cenário 3, as entregas foram igualmente distribuídas ao longo do horário comercial da cidade (de 08:00 às 18:00 horas), devido ao uso do aplicativo de celular para reserva das vagas de carga e descarga na região e considerando também, que os motoristas farão seu planejamento de entregas de acordo com a disponibilidade e reserva das vagas.

De acordo com os resultados apresentados na Figura 24, o programa de consolidação de entregas (Cenário 1) é o que apresenta melhores resultados, pois reduz a necessidade total de vagas para carga e descarga em cerca de 64% para a cobertura total da demanda da região, de 43 vagas para 15 vagas, em comparação com o caso base (Cenário 0). Em segundo lugar, as entregas escalonadas (Cenário 3), reduzem as necessidades de vagas em cerca de 39%, de

43 vagas para 25 vagas, distribuindo a demanda por essas vagas igualmente ao longo do horário comercial da cidade. O terceiro lugar é ocupado pelo programa 30% OHD (Cenário 2), que oferece uma redução de 23% nas necessidades de vagas durante o pico das horas da manhã e do início da tarde, de 43 vagas para 31 vagas. Entretanto, como observado, essa medida embora tenha o menor potencial de redução da necessidade de vagas para carga e descarga, têm o potencial de distribuir a demanda dessas vagas de maneira uniforme durante os horários do dia.



**Figura 26-** Demanda de vagas/hora por cenário

Esses resultados têm inúmeras implicações para discussão. Primeiro, fornecem outra indicação do potencial dos programas de OHD, que poderiam distribuir as necessidades de vagas para carga e descarga de maneira substancial. Em segundo lugar, os resultados demonstram o potencial significativo de entregas escalonadas que, se coordenadas de maneira que resulte em interrupções mínimas para os receptores, podem ter um grande impacto nas necessidades de vagas para carga e descarga. A consolidação de cargas conduzida pelo receptor também é promissora, particularmente levando-se em conta que essa medida reduziria em um terço as viagens atraídas pela região.

Também é importante analisar os impactos nos vários atores envolvidos. No caso do OHD, tanto os receptores como os transportadores das entregas serão beneficiados, embora sejam necessários incentivos aos receptores para superar sua resistência inicial. Não está claro que tipo de impactos as entregas escalonadas poderiam produzir. A conjectura do autor é que

isso poderia ser inconveniente para os receptores, que seriam forçados a aceitar entregas durante as horas em que estivessem mais ocupados com os clientes, porém pode ser benéfico para os transportadores, pois pode levar a um uso mais equilibrado de suas frotas. A consolidação conduzida pelo receptor, desde que seja voluntária, poderia ser benéfica para as operadoras e neutra para os receptores. Mais pesquisas são necessárias para identificar em maior detalhe os impactos dessas medidas e o papel potencial de políticas complementares para promover seu uso.



## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, são discutidos os resultados e as ferramentas utilizadas neste estudo, e sua aplicabilidade para outras cidades históricas.

### 7.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E FERRAMENTAS

A metodologia proposta por Holguín-Veras *et al.*, (2015), mostrou-se adequada para caracterizar o transporte urbano de mercadorias de São João Del Rei. Sua aplicação permitiu interagir com a população entrevistada para: 1) entender o funcionamento da distribuição de mercadorias de São João Del Rei, 2) definir os problemas enfrentados pelo transporte urbano de mercadorias da cidade e, 3) propor soluções para amenizar os problemas encontrados, possibilitando a conclusão do objetivo proposto para esse estudo. Os dados obtidos durante as entrevistas permitiram demonstrar o funcionamento do transporte urbano de mercadorias e forneceram subsídio para as próximas etapas da pesquisa, como por exemplo, o desenvolvimento dos modelos de geração de viagens e escolha das medidas. Tal fato também foi evidenciado nos trabalhos de Holguín-Veras *et al.*, (2013); Ibeas *et al.*, (2012) e Campbel *et al.*, (2018).

No que se refere aos modelos de geração de viagens desenvolvidos, a abordagem metodológica utilizando regressão linear mostrou-se mais adequada para explicar o fenômeno estudado. Os modelos desenvolvidos por esta técnica são os que apresentaram os melhores coeficientes de determinação quando comparados aos desenvolvidos por técnicas de modelagem mais sofisticadas e também os mais utilizados nos estudos de transporte urbano de mercadorias (ALHO E SILVA, 2017; HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2011, 2013; PORTUGAL, 2012). Acredita-se que isso se deva a simplicidade de aplicação e análise dos resultados (análise de sensibilidade) e a possibilidade de análise de diversas variáveis (volumes de viagens de veículos, volume de carga, número de empregados, população, área, entre outras), fato que também é verificado em estudos similares no Brasil (EBIAS, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2016; PORTUGAL, 2012; SOUZA; SILVA; D'AGOSTO, 2010).

Em relação às variáveis independentes utilizadas neste estudo, foram testadas várias combinações de variáveis e encontrou-se apenas a variável emprego como a mais relevante para explicar a geração de viagens de veículos de carga em São João Del Rei, assim como observado também em Ebias, (2014); Holguín-Veras *et al.*, (2011, 2013, 2014) e Oliveira *et al.*, (2016). Essa variável foi escolhida devido à alta correlação com o número de viagens geradas quando comparada com outras variáveis (área do estabelecimento, edificação, receita,

entre outros). Outros modelos, disponíveis na literatura, incluem uma constante para os modelos mostrados na Equação (1) e (2). No entanto, após alguns testes realizados durante o desenvolvimento dos modelos, demonstraram que os modelos com constante não foram estatisticamente melhores que os modelos sem constante para este estudo. Isto também se confirma no trabalho de Campbell *et al.*, (2018), ao estudar modelos de geração de viagens para prestação de serviços e para entregas de mercadorias em cidades de Nova York. O autor corrobora dizendo que, essa afirmação é razoável, pois, de outra maneira, implicaria que há um número constante de viagens atraídas pela região independentemente do número de empregados de cada estabelecimento. Isso também é semelhante aos resultados encontrados em Holguín-Veras *et al.*, (2013). Utilizar apenas o emprego como variável do modelo é útil para fins de planejamento, pois os dados sobre o número de funcionários apresenta melhores resultados quando comparados com outras variáveis.

O número estimado de 709,09 viagens diárias obtidas, após adequação dos veículos com a legislação municipal, para São João Del Rei é coerente com valores obtidos em outros estudos (Comi *et al.*, 2012; Portugal *et al.*, 2012; Holguín-Veras *et al.*, 2013; Jaller; Holguín-Veras; Hodge, 2013; Oliveira *et al.*, 2016), no que se refere à concentração de empreendimentos em uma determinada região e conseqüente elevado número de veículos de carga realizando entregas. Por exemplo, o Grupo A compreende a indústria de alimentos, que é em grande parte o principal gerador de viagens de frete em áreas urbanas. O setor é seguido por Farmácia/Perfumarias, que, disponibilizam uma grande variedade de produtos para seus clientes visando manter seu nível de atendimento e que ao mesmo tempo, procuram manter seus estoques baixos, recebendo assim, entregas de um grande número de fornecedores e tornando o número de viagens mais frequente. O outro grande gerador é a indústria do vestuário. Juntos, os setores C e F podem ser considerados um setor varejista, que também é um grande atrator de viagens de carga (JALLER; HOLGUÍN-VERAS E HODGE, 2013). Isso afeta a mobilidade da região e a área do entorno. Devido à infraestrutura histórica da cidade e aos padrões de uso do solo dessa região (que antecedem os meios de transportes motorizados), essas viagens acabam agravando sobremaneira o tráfego e a infraestrutura viária da cidade. Dessa forma, medidas que auxiliem a elaboração de políticas públicas para amenização desses problemas precisam ser estudadas, preferencialmente com o apoio da administração da cidade.

A curto prazo, a implantação de mais vagas destinadas à operação de carga e descarga de mercadorias seria uma alternativa. Durante a coleta de dados, foi possível observar que os

veículos já utilizam alguns locais alternativos para estacionar e realizar a carga e descarga de suas mercadorias, mesmo não havendo vagas reservadas para este fim. Assim, parece factível que sejam reservadas mais vagas para carga e descarga próximas aos locais de maior concentração das entregas, como realizado nesse estudo. Entretanto, ao se realizar a implantação dessas vagas deve-se levar em consideração a distância, o tempo de caminhada realizada pelos motoristas até o local da entrega e as características históricas da cidade, pois as mesmas exercem influência direta sobre a demanda de estacionamento da cidade.

A princípio, pode parecer que a solução proposta neste estudo para localização das novas vagas contraria o Decreto-Lei nº 25/37, que estabelece diretrizes para a proteção do patrimônio histórico cultural, ao localizar vagas de cargas e descarga próximas a praças e ruas históricas da cidade. Entretanto, por se tratar de uma região histórica, onde a infraestrutura urbana pode limitar o transporte urbano de mercadorias e agravar os problemas existentes, essa pode ser uma das poucas alternativas para atender a demanda de entregas da cidade (ALVES *et al.*, 2018). Contudo, ainda assim deve ser analisada de forma criteriosa para que não prejudique a infraestrutura urbana, o paisagismo e a mobilidade da região, junto à administração pública da cidade e aos órgãos reesponsáveis pelo patrimônio histórico da cidade. A presença de caminhões em vias urbanas pode incomodar as pessoas que circulam pela região, para realizar atividades de lazer ou turismo (LESSA, 2015).

A implantação de medidas de *City logistics* (Holguín-Veras *et al.*, 2015) também devem ser levadas em consideração para a cidade, pois podem impactar de forma positiva a demanda de vagas para carga e descarga. Como a falta de vagas é especialmente concentrada no período da manhã, a entrega noturna de mercadorias, ou fora do horário de pico (OHD), poderia ser uma alternativa para a região estudada. Embora somente uma porcentagem pequena de entregas em São João Del Rei aconteça fora do horário de pico, esta prática já vem sendo realizada em várias cidades. Como visto anteriormente, a distribuição urbana de mercadorias em horários de pico tem tornado a atividade mais custosa devido ao tempo perdido em congestionamentos e na busca por vagas apropriadas para carga e descarga. Contudo, três obstáculos são apresentados por Oliveira *et al.*, (2010) e Bertazzo, Tabata *et al.*, (2015) ao investigar a implantação desta iniciativa no contexto brasileiro: a falta de segurança, a geração de ruídos e a falta de funcionários para receber as mercadorias. Holguín-Veras *et al.*, (2013) apresentam uma série de alternativas e tecnologias que permitem a realização de entregas sem a presença de funcionários e ainda fornecem informações sobre os melhores equipamentos que diminuem ou eliminem o ruído criado por caminhões.

A consolidação e o escalonamento das entregas também são alternativas interessantes para a cidade. A implantação de um CCU e a criação de aplicativos de celular para reservas de vagas de carga e descarga (ITS) são medidas que podem ser implantadas para esse fim. Essas medidas também são as mais utilizadas para amenizar os problemas do transporte urbano de mercadorias em cidades históricas, como evidenciado no capítulo de revisão da literatura.

A implantação de um CCU pode diminuir o tráfego de caminhões em um terço e fazer com que sua capacidade de carga seja melhor utilizada pelos transportadores (Campbell, 2018). Com a diminuição do tráfego haveria também uma diminuição da emissão de poluentes na cidade e uma melhora na qualidade da vida urbana na cidade. Entretanto, como evidenciado por Rodrigue; Comtois e Slack, (2017), uma vez que estas instalações envolvem investimentos financeiros, sua implantação só pode ser justificada se houver um volume suficiente de entregas concentradas dentro de uma área. Em algumas cidades, muitos desses projetos acabam não sendo rentáveis e cessam as operações quando os subsídios públicos concedidos em algumas cidades para implantação dessa iniciativa terminam, devido à falta de um número suficientes de entregas e de clientes. Segundo Van Rooijene e Quak, (2010), os valores dos terrenos também constituem um obstáculo importante para a implantação e localização urbana dessas instalações de carga. Tais fatos justificam a importância da adesão e da liderança dos receptores de carga para a utilização dessa medida (CAMPBELL *et al.*, 2018).

A utilização de um aplicativo de celular para reserva de vaga de carga e descarga, pelos motoristas, pode distribuir a demanda por essas vagas ao longo do período comercial da cidade. Essa iniciativa permite que as vagas de estacionamento possam ser compartilhadas entre vários usuários e também complementa as políticas de estacionamento na rua (PIARC 2011). Isso por sua vez, pode amenizar o problema da disputa e da ocupação dessas vagas por veículos particulares. Com a popularização dos aplicativos de celular, essa medida seria uma alternativa de fácil implementação e que evitaria vários dos problemas ocorridos durante a realização da entrega. Além disso, esse aplicativo pode ser integrado a informações de tráfego e localização em tempo real para os motoristas, que ao evitar o tráfego intenso e demandar menos tempo para localizar uma vaga para estacionar, diminuíram os congestionamentos da cidade em horários do pico. No entanto, essa medida requer coordenação de partes interessadas, bem como cumprimento rigoroso no uso de vagas de estacionamento para seu sucesso (RODRIGUE; COMTOIS E SLACK, 2017)

É importante destacar que as implantações dessas medidas precisam ser discutidas com outras partes interessadas na mobilidade e no uso do espaço urbano e que as medidas, como as já citadas, podem ser combinadas com a abertura parcial das vagas detalhadas anteriormente. Porém, os impactos da implantação dessas medidas devem ser analisados para cada um dos atores envolvidos no transporte urbano de mercadorias (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2015).

## 7.2 APLICAÇÃO EM OUTRAS LOCALIDADES

Os resultados obtidos através deste estudo podem ser aplicados em outras cidades históricas brasileiras, especialmente para as cidades com uma alta densidade de entregas e com o desafio de administrar espaços de contenção com alta demanda, onde a solução do problema de vagas de estacionamento não pode ser resolvida com o acréscimo de infraestrutura. Isto também se aplica a muitas cidades europeias, onde mais de 75% da população reside nas cidades (CAMPBELL *et al.*, 2018). As cidades europeias também tendem a ser cidades mais antigas, das quais, muitas foram construídas com vias estreitas, onde já existe espaço limitado para a circulação dos caminhões. Muitas cidades europeias também são cidades turísticas, onde os passeios são realizados, em sua maioria, por caminhada. Portanto, é muito importante gerenciar adequadamente os espaços de estacionamento disponíveis para o transporte urbano de mercadorias para garantir o bom funcionamento do turismo e para manter a mobilidade urbana.

Portanto, as estratégias de *City Logistics* podem desempenhar um papel fundamental na obtenção desses objetivos de gerenciamento de espaço para muitas cidades, independentemente da localização. Cidades como *Lucca*, na Itália (Ibeas *et al.*, 2012) têm lidado com questões semelhantes a São João Del Rei. Com a crescente migração para áreas urbanas a aplicação de estratégias de *City logistics* pode ajudar a administrar e apoiar esse crescimento, pois, inevitavelmente esse aumento na população também leva a um aumento na demanda por bens. E, como resultado, gera um aumento nos fluxos de veículos de carga.

São João Del Rei é uma cidade densa, com altos valores para o m<sup>2</sup> urbano, o que faz com que várias empresas de sua região central não tenham suas próprias vagas de carga e descarga. Portanto, o estacionamento em praças da cidade é a principal fonte de estacionamento para veículos de carga. Cidades com condições similares serão confrontadas com a abordagem dessas questões, a fim de diminuir os impactos dos veículos de entrega (por

exemplo, congestionamento, poluição e diminuição da segurança), dentro das regiões onde elas ocorrerem.

Ao considerar a implementação de estratégias de *City logistics*, é importante adaptá-lo à cidade específica. Vital para ajustar a estratégia para a cidade é a estimativa dos fluxos de viagens por modelos de geração de viagens. Para cidades fora do Brasil, a metodologia de regressão linear usada para os modelos é adequada (ALHO E SILVA, 2017; HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2011, 2013; CAMPBELL *et al.*, 2018; IBEAS *et al.*, 2012). A razão é que esses modelos são baseados nas características das operações de negócios e isso é bastante consistente, independentemente da localização. Atenção deve ser dada às diferenças que possam existir que impeçam a aplicação direta desses modelos de geração de viagens, como tamanho da cidade e políticas em vigor. Para garantir os resultados mais precisos, é recomendável que modelos locais sejam desenvolvidos, como no caso desse estudo. Se os dados locais não estiverem disponíveis é mais provável que os modelos já desenvolvidos sejam utilizados, de preferência de uma cidade comparável e com setores industriais apropriados. Isso pode influenciar melhor as decisões políticas para cidades que não tenham estimativas de seu fluxo de viagens.

## 8. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesta pesquisa evidenciam a necessidade de que as autoridades locais integrem seus planos municipais com as pesquisas sobre o transporte urbano de mercadorias para propor melhorias para a situação da distribuição de mercadorias em cidades históricas. O estudo realizado na cidade de São João Del Rei-MG, demonstra a importância da realização de pesquisas sobre o transporte urbano de mercadorias, para entender o seu funcionamento, quantificar os impactos causados pela atividade e propor iniciativas como implantação de um CCU, do OHD e do uso de ITS, para amenizar os problemas enfrentados. A ausência da disponibilidade de dados para a realização de estudos sobre o transporte urbano de mercadorias, principalmente nas cidades históricas como foi o caso dessa pesquisa, pode vir a acarretar a subestimação dos problemas locais como congestionamento, poluição, desgaste do patrimônio histórico cultural e da infraestrutura viária, bem como entraves à busca de solução com vistas à amenização dos problemas indicados. A indisponibilidade desses dados e estudos tem levando as cidades históricas, como São João Del Rei, a implantar medidas como restrição de horários e de circulação, baseadas em experiências relatadas por outras cidades históricas, sem um estudo prévio ou planejamento. E isso por sua vez, em alguns casos, pode agravar ainda mais os problemas supracitados e impossibilita a escolha de medidas adequadas para amenizar esses problemas.

Os resultados também demonstram a necessidade da criação de novas políticas de logística urbana, incluindo mais áreas reservadas para operação de carga e descarga, juntamente com uma fiscalização intensa nesses locais, que garanta o cumprimento da lei. A aplicação da metodologia apresentou como dificuldade, durante a primeira etapa da pesquisa, a necessidade de coletar uma amostra de dados estatisticamente confiável, por área, o que nem sempre pode ser viável, principalmente pelo fato da participação ser voluntária. Contudo, a necessidade de dados para entender o funcionamento e levantar os problemas da distribuição de mercadorias no meio urbano tornou necessário um grande empenho para a coleta de dados.

Durante a segunda etapa, através dos modelos de geração de viagem elaborados para o centro comercial e histórico da cidade de São João Del Rei-MG, pode-se observar que essa região pode receber em média 709,09 viagens por dia. Esse número é resultado de uma conversão da capacidade de carga dos veículos de grande porte para se adequar a legislação em vigor e, elaborar políticas urbanas mais sustentáveis que garantam o cumprimento à

legislação municipal. Neste sentido, os modelos de geração de viagem demonstraram ser uma ferramenta útil para auxiliar os decisores locais que, muitas vezes, não possuem dimensão clara sobre o potencial de atração de viagens do comércio local. O que impede o dimensionamento de soluções adequadas para resolver os problemas gerados pelo transporte urbano de cargas.

Entretanto, o desenvolvimento desses modelos precisa de dados estatisticamente confiáveis, por grupo econômico, o que nem sempre pode ser viável, pela indisponibilidade (ou falta de acesso) a esses dados. Se esse for o cenário, é necessário considerável esforço adicional para a coleta de dados diretamente com as empresas. Ainda, a escolha da variável independente deve ser levada em consideração, pois, como verificado nessa pesquisa, o número de funcionários foi capaz de desenvolver modelos que apresentam uma grande correlação dos dados. Essa decisão viabilizou esse trabalho, pois foi possível coletar esse dado diretamente a cada uma das 625 empresas.

Com o número de viagens diárias atraídas na região, foi possível verificar que o número de vagas atuais, disponíveis para o processo de carga e descarga da região, representa somente 18% da quantidade necessária para atender as viagens: 43 necessárias e 8 disponíveis. Como observado através de simulações realizadas no trabalho, a distância dessas vagas até os pontos de maior concentração das entregas exerce grande influência sobre os tempos de estacionamento, podendo aumentar a ocupação dessas vagas em até 84 % para veículos de pequeno porte como pick-up, van ou caminhonete e em até 33% para veículos de médio porte como os VUC's. Isso por sua vez, pode levar a um aumento significativo de ocupação das poucas vagas de carga disponíveis na cidade e agravar ainda mais os problemas de mobilidade na cidade de São João Del Rei.

Neste sentido, parece viável que essas vagas sejam implantadas próximas às regiões que recebem o maior número de viagens diárias. A implantação dessas vagas demandaria de 1% a 3% da infraestrutura viária de cada rua indicada para localização das novas vagas, como demonstrado neste estudo e atenderia a toda a demanda das empresas da região. Ainda, a proximidade entre os locais candidatos às novas vagas, pode vir a aumentar a disponibilidade de estacionamento na região. Os motoristas, quando se depararem com uma vaga de carga e descarga ocupada no momento da entrega, poderão buscar vagas em localidades próximas, gastando menos tempo na procura de vagas e locais para realizar sua carga e descarga, diminuindo assim, o tempo da entrega.



Entretanto, é importante ressaltar que a análise da implantação das novas vagas deve ser realizada de forma criteriosa, pois assim, como na maioria das cidades históricas, São João Del Rei tem ruas estreitas e que não comportam vagas de estacionamento. Em alguns casos, como evidenciado durante este trabalho, isso ocorre principalmente, em locais onde existe grande carência por essas vagas, devido à concentração de grande número de estabelecimentos como lojas do setor de vestuário e farmácia que demandam por um alto número de entregas. Dessa forma, a implantação das 35 novas vagas de carga e descarga deve ocorrer de forma planejada para que não comprometa a infraestrutura urbana, que já vem sofrendo diversos problemas para realizar sua distribuição urbana de mercadorias.

Esse número, no entanto, pode ser reduzido, com o uso combinado a outras medidas. Como a falta de vagas é especialmente concentrada no período da manhã, a consolidação de cargas (CCU), a entrega fora do horário de pico (*Off Hour Deliveries –OHD*), e o escalonamento dessas entregas (ITS), seriam alternativas indicadas para distribuir a demanda por essas vagas em São João Del Rei. A implantação dessas medidas traria uma redução da demanda de vagas/hora em cerca de 64% (28 vagas), 39% (18 vagas) e 23 % (12 vagas), respectivamente, quando comparado ao cenário atual da cidade. No entanto, a experiência em outras cidades brasileiras mostra que, para a eficácia dessa medida, são necessários: 1) condições de segurança pública e incentivos para a adesão das empresas e transportadoras; 2) número suficiente de usuários e 3) coordenação de partes interessadas e cumprimento rigoroso no uso das vagas de estacionamento. As implicações práticas destas soluções também devem ser consideradas, pois trata-se de uma região histórica. Sendo assim, o estudo sobre a localização desses espaços de estacionamento deve contar com a participação do órgão responsável pelo patrimônio e do órgão municipal que regula a atividade.

Por fim, cabe destacar que, qualquer que seja a estratégia escolhida para a mitigação dos problemas com o transporte urbano de cargas, ela deve ser desenvolvida seguindo as características da cidade/região. Também precisam ser incorporadas no processo as políticas de ocupação e uso do solo para, por exemplo, indicarem a abertura das vagas em locais específicos, previstos em Planos de Mobilidade e/ou Planos Diretores. Conforme amplamente referendado na literatura, o apoio da administração pública e o envolvimento dos diversos atores que compõem o ambiente urbano é fundamental na implementação de medidas relativas ao Transporte Urbano de Cargas.

## **8.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Como trabalhos futuros, recomenda-se a elaboração de um banco de dados para realização de pesquisas futuras visando solucionar a falta de dados, muitas vezes indisponíveis em órgãos públicos, como foi o caso deste trabalho. Também, sugere-se um estudo detalhado sobre a localização das vagas de estacionamento necessárias junto a transportadoras. A experiência dos motoristas pode auxiliar na caracterização do transporte urbano de mercadorias na cidade e no entendimento dos problemas encontrados, bem como auxiliar no planejamento dos locais de implantação das novas vagas. Propõe-se, por fim, a avaliação dos impactos da implantação das políticas de mobilidade urbana, que possam reduzir o número de vagas a serem implantadas no centro histórico da cidade, para cada um dos atores envolvidos.

## REFERÊNCIAS

- ABOUSAIEDI, M.; FAUZI, R.; MUHAMAD, R. **Geographic Information System (GIS) modeling approach to determine the fastest delivery routes**. Saudi Journal of Biological Sciences (2016) 23, 555-564.
- ALHO, A. R. SILVA, J. A, SOUZA J. P. BLANCO, E. **Improving mobility by optimizing the number, location and usage of loading/unloading bays for urban freight vehicles**. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2016.
- ALHO, A. R.; SILVA, J. A. **Modeling retail establishments' freight trip generation: a comparison of methodologies to predict total weekly deliveries**. Transportation, v. 44, n. 5, p. 1195–1212, 12 set. 2017.
- ALLEN, J. ANDERSON, S. BROWNE, M. al. **Report 1: Approach taken to the project A. In: A framework for considering policies to encourage sustainable urban freight traffic and goods/service flows**. University of Westminster, 2000.
- ÁLVARES, P. M. F.; COELHO, P. P.; SOUZA, H. A. **Os desafio da Mobilidade Urbana nas Cidades Históricas:: O Contexto da elaboração do Plano de Mobilidade Urbana da Cidade de Ouro Preto- MG. 7o Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**. Anais. Maceió: 2016. Disponível em: <<http://www.fau.ufal.br/evento/pluris2016/files/Tema3MobilidadeeTransportes/Paper643.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2017
- ALVES, R., DA SILVA LIMA, R., OSORIO, K., GONZÁLEZ-CALDERÓN, C. A., E GOMES, W. **Desafios no Transporte Urbano de Mercadorias: Uma Pesquisa em São João Del Rei**. XXXI ANPET. Recife-PE: 2017
- ALVES, R., DA SILVA LIMA, R., OSORIO, K., GONZÁLEZ-CALDERÓN, C. A., E GOMES, W. **Challenges in Urban Logistics : A Research Study in São João Del Rei , a Historical Brazilian City**. Transportation Research Record, v. 57, n. 4, p. 1–13, 2018.
- ALVES, R., LIMA, R., E OLIVEIRA, L. . (2016) **O Enfoque Ambiental Do City Logistics: Uma Revisão De Literatura**. 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável.
- ANAND, N.; DUIN, J. H. R. VAN; TAVASSZY, L. **Framework for Modelling Multi-stakeholder City Logistics Domain Using the Agent based Modelling Approach**. Transportation Research Procedia, v. 16, n. March, p. 4–15, 2016.
- ANDERSON, S.; ALLEN, J.; BROWNE, M. **Urban logistics—how can it meet policy makers' sustainability objectives?** Journal of Transport Geography, v. 13, n. 1, p. 71–81, mar. 2005.
- ANTÚN, J. P. LOZANO, A. ALARCÓN, R. GRANADOSA, F. GUARNEROSA, L.. **The physical distribution of goods in a megalopolis: Strategies for policies on the location of logistics facilities within the central region of Mexico**. Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 2, n. 3, p. 6130–6140, 2010.

- ANTÚN, J. P. **Corporative Trends in Urban Distribution of Goods in Mexico City**. Transportation Research Procedia, v. 18, n. June, p. 51–58, 2016.
- ANTÚN, J. P.; ALARCÓN, R.; LOZANO, A. **Urban Freight in Supply Chain at “La Merced” Complex of Traditional Market in the Historic Center of Mexico City**. Transportation Research Procedia, v. 12, p. 836–841, 1 jan. 2016.
- BENJELLOUN, A.; CRAINIC, T. G. **Simulating The Impact Of New Australian Bi-Modal Urban Freight Terminals - Trends, Challenges, And Perspectives In City Logistics**. Canadá: 2009Disponível em: <<http://www.agir.ro/buletine/501.pdf>>. Acesso em: 9 ago. 2017.
- BERTAZZO, TABATA, R., HINO, C., TACLA, D., E YOSHIZAKI, H. T. Y. **Estudo de Caso: Entregas Noturnas na cidade de São Paulo**. XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da Anpet OURO PRETO, (1), 1995–2006.
- BERTRAND, W. M. J.; FRANSOO, J. C. **Operations management research methodologies using quantitative modeling**. International Journal of Operations & Production Management, v. 22, n. 2, p. 241–264, 11 fev. 2002.
- BESTUFS. **Good Practice Guide on Urban Freight Transport**. Disponível em: <[www.bestufs.net](http://www.bestufs.net)>. Acesso em: 20 nov. 2018.
- BONTEMPO, A. P. Cunha, C. B. C. Botter, D. A. Yoshizaki H. T.Y.. **Evaluating Restrictions on the Circulation of Freight Vehicles in Brazilian Cities**. Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 125, p. 275–283, mar. 2012.
- BOROUSHAKI, S.; MALCZEWSKI, J. **Measuring consensus for collaborative decision-making: A GIS-based approach**. Computers, Environment and Urban Systems, vol. 34, n. 4, p. 322-332, 2010.
- BRESOLIN, A. P. CYBIS, H. B. B. ARAÚJO, D. R. C. LINDAU, L. **Utilização de um Sistema de Informação Geográfica como Plataforma para Aplicação do Modelo Saturn**. Porto Alegre-RS: 2010 Disponível em: <[http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/art\\_cybis23.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/art_cybis23.pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2018.
- BROWNE, M. PIOTROWSKA, M. WOODBURN, A. ALLEN, J. **Literature review WM9: Part I - Urban freight transport. Carried out as part of WM1 Green Logistics Project**. London (2007).
- BROWNE, M.; ALLEN, J.; LEONARDI, J. **Evaluating the use of an urban consolidation centre and electric vehicles in central London**. IATSS Research, v. 35, n. 1, p. 1–6, 1 jul. 2011.
- CÂMARA, G. **Representação computacional de dados geográficos**. In: Casanova, M.; CÂMARA, G.; DAVIS, C.; VINHAS, L.; QUEIROZ, G. R. (orgs.) Bancos de Dados Geográficos. Curitiba: MundoGEO, 2005
- CAMPAGNA, A. S. STATHACOPOULOS, A. PERSIA, L. XENOU, E. **Data collection framework for understanding UFT within city logistics solutions**. Transportation Research Procedia, v. 24, n. 2016, p. 354–361, 2017.
- CAMPBELL, S. HOLGUÍN-VERAS, J. Ramirez-Rios, D. G. GONZÁLEZ-CALDERÓN, C. KALAHASTHI,

L. WOJTOWICZ, J. **Freight and service parking needs and the role of demand management**. Transportation Research Procedia 2018. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12544-018-0309-5>

CARVALHO, N. L. A.. **Análise dos critérios para implantação de centros de distribuição urbana em cidades históricas brasileiras: o caso de Outro Preto**. Dissertação. Universidade Federal de São Carlos, 10 mar. 2017.

CHURCH, R. L. **Geographical information systems and location science**. Computers & Operations Research, v.29, p. 541-562, 2002.

COMI, A., DELLE SITE, P., FILIPPI, F., E NUZZOLO, A. (2012) **Urban Freight Transport Demand Modelling: a State of the Art. Paper N° 51**. Obtido de [http://www.istiee.org/te/papers/N51/ET\\_2012\\_51\\_7\\_-\\_Comi\\_et\\_al.pdf](http://www.istiee.org/te/papers/N51/ET_2012_51_7_-_Comi_et_al.pdf)

CONWAY, A. DABLANC, L. GLULIANA, G. LEE, JEE S. O. T. RODRIGUE, J. P. **City Logistics: Concepts, Policy and Practice**. MetroFreight Consortiu M. Routledge, 2016.

CÓRDOVA, J.; MERCHÁN, D.; TORRES, S. **Redesigning a Retail Distribution Network in Restricted Urban Areas: A Case Study on Beverage Distribution in the Historic Center of Quito**. Journal of Applied Research and Technology, v. 12, n. 5, p. 850–859, 1 out. 2014.

CORREIA, V. A. **Análise Econômica E Ambiental Da Implantação De Um Esquema De Centro De Distribuição Urbano Para Belo Horizonte**. Dissertação. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 2011.

CORREIA, V. DE A.; OLIVEIRA, L. K. DE; MATEUS, G. R. **Perspectivas para a melhoria da distribuição urbana de mercadorias**. Salvador: XXIV ANPET, 2010. Disponível em: <[http://www.clubbrasil.org/downloads/5\\_9\\_AC.pdf](http://www.clubbrasil.org/downloads/5_9_AC.pdf)>. Acesso em: 14 dez. 2017.

CRAINIC, T. G.; RICCIARDI, N.; STORCHI, G. **Advanced freight transportation systems for congested urban areas**. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, v. 12, n. 2, p. 119–137, 2004a.

CRAINIC, T. G.; SGALAMBRO, A. **Service network design models for two-tier city logistics**. Optimization Letters, v. 8, n. 4, p. 1375–1387, 18 abr. 2014.

CZERNIAK, R. J.; LAHSENE, J. S.; CHATTERJEE, A. **Urban Freight Movement What Form Will It Take?** Committee on Urban Goods Movement, Chair: Janice S. Lahsene. Transportation Research Board, 2000. Disponível em: <<http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/millennium/00139.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2017

DABLANC, L. **Goods transport in large European cities: Difficult to organize, difficult to modernize**. Transportation Research Part A: Policy and Practice, v. 41, n. 3, p. 280–285, 2007.

DABLANC, L.; BEZIAT, A. **Parking for freight vehicles in dense urban centers - The issue of delivery areas in Paris Principal Investigator Researcher**. MetroFreight Center of Excellence IFSTTAR 14 Bd Newton 77455 Marne la Vallee France n. July, p. 1–16, 2015.

DEZI, G.; DONDI, G.; SANGIORGI, C. **Urban freight transport in Bologna: Planning commercial vehicle**

**loading/unloading zones.** Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 2, n. 3, p. 5990–6001, 1 jan. 2010.

DIAS, P. A.. P. **Entregas Noturnas no Município de São Paulo : Percepções dos Motoristas e Recebedores Entregas Noturnas no Município de São Paulo.** Dissertação. Universidade de São Paulo, 2016.

DIN, M. A. M. Paramasivamb, S. Tarmizic, N. M. Samadc, M. A. **The Use of Geographical Information System in the Assessment of Level of Service of Transit Systems in Kuala Lumpur.** Procedia-Social and Behavioral Sciences, v. 222, p. 816–826, 2016.

DUIN, J. H. R. V. Dam, T. V. Wiegmans, B. Tavasszy, L. A. **Understanding Financial Viability of Urban Consolidation Centres: Regent Street (London), Bristol/Bath & Nijmegen.** Transportation Research Procedia, v. 16, n. March, p. 61–80, 2016.

DUTRA, N. G. S. **O enfoque de “city logistics” na distribuição urbana de encomendas.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

EBIAS, D. G. **Um Estudo Exploratório Do Modelo De Geração De Viagens Para Bares E Restaurantes Na Região Central De Belo Horizonte.** Dissertação. Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

EMENDA CONSTITUCIONAL Nº 82. **Constituição Federal.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/emendas/emc/emc82.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc82.htm)>. Acesso em: 17 set. 2018.

EUROPA.EU. **Comissão Europeia - EUROPA | União Europeia.** Disponível em: <[https://europa.eu/european-union/about-eu/institutions-bodies/european-commission\\_pt](https://europa.eu/european-union/about-eu/institutions-bodies/european-commission_pt)>. Acesso em: 7 dez. 2018.

FARKUH NETO, A.; LIMA, R. S. **Roteirização de veículos de uma rede atacadista com o auxílio de sistemas de informações geográficas (SIG).** Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção, n.5, p. 18-39, Jun 2006.

FERNANDES, R. F. **A logística enquanto vantagem competitiva : analisando a distribuição física de bebidas em cidades com restrições ao tráfego de veículos de carga - um estudo de caso do centro histórico de Ouro Preto.** Dissertação. Universidade Federal de Ouro Preto, 2016. Disponível em: <<http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/415>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

FILHO, L. A. DE S. **Análise espacial em modelos de geração de viagens.** Instituto Alberto Luiz Coimbra - UFRJ, p. 90 p., 2013.

FOLTYŃSKI, M. **Electric Fleets in Urban Logistics.** Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 151, p. 48–59, 2014.

FONTES, O. L. J. **A carga na cidade: hoje e amanhã.** Revista dos Transportes Públicos – ANTP, 2005.

FUENTES, R. M. FUENTES, E. T. QUINTANA, S.E. Q. GARCÍA- ZAPATEIRO, L.A. **Application of geographic information systems for characterization of preharvest and postharvest factors of squash (cucurbita sp.) in Bolivar Department, Colombia.** Indian Journal of Science and Technology, v. 11, n. 9, p. 1–10, 2018.

FUQUIM, T. S. G.; VIEIRA, J. G. V.; OLIVEIRA, R. M. **Restrições de carga urbana e desafios logísticos:**

**Percepção de varejistas e motoristas em Sorocaba.** *Revistas Transportes* v. 26, nº1, 2018.

FURQUIM, T. S. G.; VIEIRA, J. G. V.; CARVALHO, N. L. A. DE. **Desafios logísticos e restrições da distribuição de carga urbana em cidades de médio porte: o caso de Sorocaba.** XXIVIII ANPET -. Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte e Ensino. Anais. Rio de Janeiro- RJ: 2016.

GASPARINI, A.; CAMPOS, V. B. G.; D'AGOSTO, M. D. A. **Modelos para estimativa da demanda de viagens de veículos de carga para supermercados e shopping-centers.** *TRANSPORTES*, v. 18, n. 1, 2 jul. 2010.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6a edição ed. Atlas, 2008.

GILBERT, H. C. **Modelagem e solução do problema de roteirização de veículo de entregas na cidade de Ouro Preto.** Disponível em: <[http://professor.ufop.br/sites/default/files/andre/files/helbert\\_cristelli\\_gilbert.pdf](http://professor.ufop.br/sites/default/files/andre/files/helbert_cristelli_gilbert.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2017.

GRIECO, E. P.; PORTUGAL, L. DA S. **Taxas de geração de viagens em condomínios residenciais – estudo de caso.** *Revista Transportes*, n. 1, p. 87–95, 2010.

GUERLAIN, C.; CORTINA, S.; RENAULT, S. **Towards a collaborative Geographical Information System to support collective decision making for urban logistics initiative.** *Transportation Research Procedia*, v. 12, p. 634–643, 2016.

GUIA DO TRC. **Caminhão: catálogo, tabela de preço, tara, capacidade de carga.** Disponível em: <[http://www.guiadotrc.com.br/guiadotransportador/tipos\\_caminhao.asp](http://www.guiadotrc.com.br/guiadotransportador/tipos_caminhao.asp)>. Acesso em: 25 out. 2018.

HERCULANO, R. D.; NORBERTO, A. M. Q. **Scientific research output evaluation of professors of Sao Paulo State University.** *Perspectivas em Ciência da Informação.* Disponível em: <<http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/36454>>. Acesso em: 22 out. 2018.

HOLGUÍN-VERAS, J. OZBAY, K. K. ALAIN, S. D. ANTHONY, SATISH, U. **Integrative Freight Demand Management In The New York City Metropolitan Area.** Final Report United States Department of Transportation. New York: [s.n.]. Disponível em: <[http://transp.rpi.edu/~usdotp/OHD\\_FINAL\\_REPORT.pdf](http://transp.rpi.edu/~usdotp/OHD_FINAL_REPORT.pdf)>. Acesso em: 14 jun. 2017.

HOLGUÍN-VERAS, J. JALLER, M. DESTRO, L. BAN, X. LAWSON, C. LEVINSON, H. S. **Freight Generation, Freight Trip Generation, and Perils of Using Constant Trip Rates.** *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, v. 2224, p. 68–81, 2011.

HOLGUÍN-VERAS, J. SÁNCHEZ-DÍAZ, I. LAWSON, C T. JALLER, M. CAMPBELL, S. LEVINSON, H. S. SHIN, H. S. **Transferability of Freight Trip Generation Models.** *Transportation Research Board 92nd Annual Meeting*, Washington, D.C. on August 1st, 2012.

HOLGUÍN-VERAS, J. JALLER, M. SÁNCHEZ-DÍAZ, I. CAMPBELL, S. LAWSON, C. T. **Freight Generation and Freight Trip Generation Models.** *Modelling Freight Transport*, p. 43–63, 1 jan. 2014.

HOLGUÍN-VERAS, J. AMAYA-LEAL, J. WOJTOWICZ, J. JALLER, M. GONZÁLEZ-CALDERÓN, C. SÁNCHEZ-DÍAZ, I. WANG, X. HAAKE, D. G. RHODES, S. S. FRAZIER, R. J. NICK, M. K. D. **NCFRP REPORT 33 Improving Freight System Performance in Metropolitan Areas: A Planning Guide.** Washington, D.C.: Transportation Research Board, 2015.

HOLGUÍN-VERAS, J. LAWSON, C. WANG, C. JALLER, M. GONZÁLEZ-CALDERÓN, C. CAMPBELL, S. KALAHASHTI, L. WOJTOWICZ, J. RAMIREZ, D. **NCFRP Project 25(01) Final Report: Using Commodity Flow Survey Microdata to Estimate the Generation of Freight, Freight Trip Generation, and Service Trips**. Washington, D.C: Transportation Research Board, 2016.

HOLGUÍN-VERAS, J. AMAYA-LEAL, J. WOJTOWICZ, J. JALLER, M. GONZÁLEZ-CALDERÓN, C. SÁNCHEZ-DÍAZ, I. WANG, X. HAAKE, D. G. RHODES, S. S. FRAZIER, R. J. NICK, M. K. DACK, J. CASINELLI, L. BROWNE, M.. **NCFRP Report 37: Using Commodity Flow Survey Microdata and Other Establishment Data to Estimate the Generation of Freight, Freight Trips, and Service Trips: Guidebook**. Washington, D.C.: Transportation Research Board, 2016.

HOLGUÍN-VERAS, J. HODGE, S. WOJTOWICZ, J. SINGH, C. WANG, C. JALLER, M. AROS-VERA, F. OZBAY, K. WEEKS, A. REPLOGLE, M. UKEGBU, C. BAN, J. BROM, M. CAMPBELL, S. SANCHEZ-DÍAZ, I. GONZÁLEZ-CALDERÓN, C. KORNHAUSER, A. SIMON, M. MCSHERRY, S. RAHMAN, A. ENCARNACIÓN, T. YANG, X. RAMÍREZ-RÍOS, D. KALAHASHTI, L. AMAYA, J. SILAS, M. ALLEN, B. CRUZ, B. **The New York City Off-Hour Delivery Program: A Business and Community-Friendly Sustainability Program**. *Interfaces*, v. 48, n. 1, p. 70–86, 12 fev. 2018.

HOLGUÍN-VERAS, J. GONZALEZ-CALDERON, C. **Use of the Commodity Flow Survey Data to Estimate Freight Generation and Freight Trip Generation Models**. Commodity Flow Survey Workshop, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Washington, D.C.: [s.n.]. Disponível em: <<http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec205.pdf>>. Acesso em: 4 jul. 2018.

HOLGUÍN-VERAS, J.; SÁNCHEZ-DÍAZ, I.; BROWNE, M. **Sustainable Urban Freight Systems and Freight Demand Management**. *Transportation Research Procedia*, v. 12, p. 40–52, 1 jan. 2016.

HOLGUÍN, J. MARQUIS, R. CAMPBELL, S. WOJTOWICZ, J. WANG, C. JALLER, M. DARVILLE, S. ROTHBARD, S. GOEVAERS, R. **Fostering the Use of Unassisted Off-Hour Deliveries: Operational and Low-Noise Truck Technologies**. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, n. 2379, p. 57–63, 2013.

IBEAS, A. Moura, J. L. Nuzzolo, A. Comi, A. **Urban Freight Transport Demand: Transferability of Survey Results Analysis and Models**. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 54, p. 1068–1079, 2012.

ITE. **Trip and Parking Generation** - Institute of Transportation Engineers. Disponível em: <<https://www.ite.org/technical-resources/topics/trip-and-parking-generation/>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

JAIN, M.; AN, B.; TAMBE, M. **An overview of recent application trends at the AAMAS conference: Security, sustainability, and safety**. *AI Magazine*, v. 33, n. 3, p. 14–28, 2012.

JALLER, M.; HOLGUÍN-VERAS, J.; HODGE, S. **Parking in the City: Challenges for Freight Traffic**. *Transportation Research Board 92nd Annual Meeting*, 2013.

KIJEWSKA, K. IWAN, S. KONICKI, W. KIJEWSKI, D. **Assessment of freight transport flows in the city centre based on the Szczecin example** - Methodological approach and results. *Research in Transportation Business and Management*, v. 24, n. July, p. 59–72, 2017.



KIJEWSKA, K.; IWAN, S. **Analysis of the Functioning of Urban Deliveries in the City Centre and its Environmental Impact Based on Szczecin Example**. Transportation Research Procedia, v. 12, p. 739–749, 1 jan. 2016.

LEI No 12.587. **Diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm)>. Acesso em: 17 set. 2018.

LESSA, D. A. **Análise Da Dinâmica Da Distribuição Urbana De Mercadorias Ante Uma Situação De Vulnerabilidade: Explorando Uma Abordagem Multiagente**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas, 2015.

LIMA, R. DA S. **Bases para uma metodologia de apoio à decisão para serviços de educação e saúde sob a ótica dos transportes**. São Carlos: Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo, 26 jun. 2003.

LIMA JUNIOR, O. F. **Inovação frugal: a nova rota da Logística...** Revista Mundo Logística, p. Julho-Agosto, 2011.

LINDHOLM, M.; BEHRENDTS, S. **Challenges in urban freight transport planning – a review in the Baltic Sea Region**. Journal of Transport Geography, v. 22, p. 129–136, maio 2012.

LOPES, S. B. **Efeitos da dependência espacial em modelos de previsão de demanda por transporte**. Departamento de Transportes - USP, p. 137 p., 2005.

LOUREIRO, S. A.; BARBOSA, C. L.; **Fontes Junior, O. Procedimento Para Localização E Alocação De Vagas De Carga E Descarga Em Centros Urbanos**. XXVI ANPET. Anais. Joinville-SC: 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/277558984\\_PROCEDIMENTO\\_PARA\\_LOCALIZACAO\\_E\\_ALOCAO\\_DE\\_VAGAS\\_DE\\_CARGA\\_E\\_DESCARGA\\_EM\\_CENTROS\\_URBANOS](https://www.researchgate.net/publication/277558984_PROCEDIMENTO_PARA_LOCALIZACAO_E_ALOCAO_DE_VAGAS_DE_CARGA_E_DESCARGA_EM_CENTROS_URBANOS)>. Acesso em: 20 jun. 2018

MACÁRIO, R. **Managing urban mobility systems**. Emerald Group Pub, 2011.

MAŁECKI, K.; IWAN, S.; KIJEWSKA, K. **Influence of Intelligent Transportation Systems on Reduction of the Environmental Negative Impact of Urban Freight Transport Based on Szczecin Example**. Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 151, p. 215–229, 2014.

MAPA, S. M. S.; LIMA, R. DA S. **Sistemas de Informação Geográfica ( SIG ) como ferramenta suporte a estudos de localização e roteirização**. XII SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção. Anais...Bauru, SP,; 2005

MARCIANI, M.; COSSU, P. **How the URBeLOG Project Will Enable a New Governance Model for City Logistics in Italian Metropolitan Areas**. Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 151, p. 230–243, 2014.

MARCIANI, M.; COSSU, P.; POMPETTI, P. **How to Increase Stakeholders' Involvement while Developing New Governance Model for Urban Logistic: Turin Best Practice**. Transportation Research Procedia, v. 16, n. March, p. 343–354, 2016.

MARCUCCI, E.; GATTA, V. **Investigating the potential for off-hour deliveries in the city of Rome: Retailers' perceptions and stated reactions**. Transportation Research Part A: Policy and Practice, v. 102, p.

142–156, 2017.

MARRA, C. **Caracterização de demanda de movimentações urbanas de carga**. 1999. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, SP.

MELLO, C. H. P.; MARTINS, R. A.; TURRIONI, J. B. **Guia Para Elaboração de Monografia e Tcc Em Engenharia de Produção**. 1a ed. [s.l.] Atlas, 2013.

MELO, I. C. B. **Avaliação da Demanda por Transporte de Carga em Área Urbana**. Dissertação de Mestrado, Engenharia de Transportes, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2002.

MORGANTI, E.; GONZALEZ-FELIU, J. **City logistics for perishable products. The case of the Parma's Food Hub**. Case Studies on Transport Policy, v. 3, n. 2, p. 120–128, 2015.

MUÑUZURI, J. LARRAÑETA, J. ONIEVA, L. CORTÉS, P. **Solutions applicable by local administrations for urban logistics improvement**. Cities, v. 22, n. 1, p. 15–28, 1 fev. 2005.

NATHANAIL, E.; GOGAS, M.; ADAMOS, G. **Smart Interconnections of Interurban and Urban Freight Transport towards Achieving Sustainable City Logistics**. Transportation Research Procedia, v. 14, p. 983–992, 2016.

NAVARRO, C. ROCA-RIU, M. FURIÓ, S. ESTRADA, M. **Designing New Models for Energy Efficiency in Urban Freight Transport for Smart Cities and its Application to the Spanish Case**. Transportation Research Procedia, v. 12, n. June 2015, p. 314–324, 2016.

NOCERA, S.; CAVALLARO, F. **A two-step method to evaluate the Well-To-Wheel carbon efficiency of Urban Consolidation Centres**. Research in Transportation Economics, v. 65, p. 44–55, 2017.

NUNES, J. L.; ALICE, M.; JACQUES, P. **Determinação Do Número De Vagas De Estacionamento Para Instituições De Ensino Superior**. Coppe-UFRJ. Disponível em: <<http://www.redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/es/produccion/articulos-cientificos/2007-1/353-universidade-numero-de-vagas-de-estaciona/file>>. Acesso em: 9 abr. 2018.

NUZZOLO, A.; COMI, A. **Urban freight demand forecasting: A mixed quantity/delivery/vehicle-based model**. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, v. 65, p. 84–98, 1 maio 2014.

OLIVEIRA, L. K. **Diagnóstico das vagas de carga e descarga para a distribuição urbana de mercadorias: um estudo de caso em Belo Horizonte**. Journal of Transport Literature, v. 8, n. 1, p. 178–209, 2014a.

OLIVEIRA, T. L. GUIMARÃES, I. F. G. RODRIGUES, F. MARTINS, F. R. **Simulação Computacional Aplicada ao tráfego: Uma análise do Fluxo de Veículos na Praça Tiradentes em Ouro Preto- MG**. Simposio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha- SPOLM. Anais...Rio de Janeiro: 2010Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/spolm/sites/www.marinha.mil.br/spolm/files/74278.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2017

OLIVEIRA, C. M. D'Agosto, M. A. Mello, A. L. D. Gonçalves, F. S. Gonçalves, D. N. S. Assumpção, F. C. **Identificando os desafios e as boas práticas para o transporte urbano de cargas , por meio de uma revisão bibliográfica sistemática**. Revista Transportes, p. 9–19, 2016a.

OLIVEIRA, L. K. DE. **Uma Revisão Sistemática da Literatura Científica em Logística Urbana no Brasil**.

**XVII ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte.** Anais...Belém-PA: 2013Disponível em: <[http://www.anpet.org.br/ssat/interface/content/autor/trabalhos/publicacao/2013/59\\_AC.pdf](http://www.anpet.org.br/ssat/interface/content/autor/trabalhos/publicacao/2013/59_AC.pdf)>. Acesso em: 7 ago. 2017

OLIVEIRA, L. K. DE. **Diagnóstico das vagas de carga e descarga para a distribuição urbana de mercadorias: um estudo de caso em Belo Horizonte.** Journal of Transport Literature, v. 8, n. 1, p. 178–209, jan. 2014b.

OLIVEIRA, L. K. DE OLIVEIRA, R. L. M. RAMOS, C. M. F. E EBIAS, D. G.. **Modelo de geração de viagens de carga em áreas urbanas: um estudo para bares, restaurantes e supermercados.** Transportes, v. 24, n. 2, p. 53, 2016b.

OLIVEIRA, L. K. DE STUBBS, L. C. DE M. GONTIJO, N. T. OLIVEIRA, R. L. M. **Proposição de modelos de geração de viagens para Belo Horizonte.** Revista Transportes, v. 25, n. 2, p. 137–155, 31 ago. 2017.

OLIVEIRA, L. K. MATOS, B. A. DABLANC, L. RIBEIRO, K. ISA, S. S. **Distribuição Urbana de Mercadorias e Planos de Mobilidade de Carga: Oportunidades para municípios brasileiros.** Brasília, DF: Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2018.

OLIVEIRA, L. K. DE; BRAGA, A. D. S.; ABREU, B. R. A. **Relevant attributes in overnight goods delivery : researchers , transporters and retailers preference in urban distribution.** 12th WCTR, n. January, p. 11–15, 2010.

OLSSON, J.; WOXENIUS, J. **Localisation of freight consolidation centres serving small road hauliers in a wider urban area: Barriers for more efficient freight deliveries in Gothenburg.** Journal of Transport Geography, v. 34, p. 25–33, 2014.

ONU. **Organização das Nações Unidas.** Disponível em: <<http://onu.org.br/>>. Acesso em: 3 set. 2018.

PINO, E. M.; NICOLÁS, D. S.; ESPINÓS, I. **Dorothy Project: Urban Logistics Organization in Valencian Community.** Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 160, n. Cit, p. 420–429, 2014.

PLANO DE MOBILIDADE URBANA (PLANMOB). **Construindo a Cidade Sustentável.** Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSE/planmob.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2018.

**PLANO NACIONAL DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES (PNLT).** Ministério dos Transportes. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/conteudo/2814-pnlt-plano-nacional-de-logistica-e-transportes.html>>. Acesso em: 17 set. 2018.

PORTUGAL, L. **Polos Geradores De Viagens Orientados A Qualidade De Vida E Ambiental: Modelos E Taxas De Geração De Viagens.** FAPERJ ed. [s.l.] Editoria Interciência, 2012.

PORTUGAL, L. S.; GOLDNER, L. G. **Estudo de polos geradores de tráfego e de seus impactos nos sistemas viários e de transporte.** 1 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2003.

PRADO, D. F. M. Busca Tabu aplicada ao problema de localização de facilidades com restrições de capacidade e fonte única. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Estadual de Campinas - Unicamp/ SP, 2007.PULAWSKA, S.; STAROWICZ, W. **Ecological Urban Logistics**

**in the Historical Centers of Cities.** Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 151, p. 282–294, 30 out. 2014.

RIBEIRO, A. **Países em desenvolvimento ou emergentes** - Geografia - InfoEscola. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/geografia/paises-em-desenvolvimento/>>. Acesso em: 7 dez. 2018.

ROBAINA, L. E. D. TRENTIN, R.; NARDIN, D; CRISTO, S. S. V. **Método e Técnicas Geográficas Utilizadas na Análise e Zoneamento Ambiental.** Geografias, vol. 5, n. 2, jul./dez., p. 36-49, 2009

RODRIGUE, J.-P.; COMTOIS, C.; SLACK, B. **The geography of transport systems.** New York: Routledge, 2017.

ROS-MCDONNELL, L. DE-LA-FUENTE-ARAGÓN, M, CARDÓS, D. M.. **Analysis of freight distribution flows in an urban functional area.** Cities, v. 79, p. 159–168, 1 set. 2018.

RUSSO, F.; COMI, A. **City Characteristics and Urban Goods Movements: A Way to Environmental Transportation System in a Sustainable City.** Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 39, p. 61–73, 1 jan. 2012.

SANCHES JUNIOR, P. F. **Logística de Carga Urbana: uma análise da realidade brasileira.** Tese de Doutorado, p. 239, 2008.

SANTOS, A. CASTRO, A. NEPONUCENA, F. NONATO, L. **O Plano de Mobilidade Urbana em cidades Brasileiras.** Revista NTU urbano, v. 3, n. 13, p. 14–19, 2015.

SAPLIOĞLU, M.; AYDIN, M. M. **Choosing safe and suitable bicycle routes to integrate cycling and public transport systems.** Journal of Transport & Health. Volume 10, September 2018, Pages 236-252.

SCHLIWA, G. ARMITAGE, R. AZIZ, S. EVANS, J. RHOADES, J. **Sustainable city logistics - Making cargo cycles viable for urban freight transport.** Research in Transportation Business and Management, v. 15, p. 50–57, 2015.

SHIRATSUCHI, L. S. **Mapeamento da variabilidade espacial das plantas daninhas com a utilização de ferramentas da agricultura de precisão.** Universidade de São Paulo, 2001.

SINAY, M. C. F. DE CAMPOS, V. B. G. DEXHEIMER, L. NOVAES, A. G. **Distribuição de Carga Urbana: Componentes, Restrições e Tendências.** Rio de Transportes II. Anais .Rio de Janeiro: 2016Disponível em: <[http://www.pgmecc.ime.br/~webde2/prof/vania/pubs/\(16\)CargaUrban.pdf](http://www.pgmecc.ime.br/~webde2/prof/vania/pubs/(16)CargaUrban.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2017

SOUZA, C. D. R. DE; SILVA, S. D.; D'AGOSTO, M. A. **Modelos de geração de viagem para pólos geradores de viagens de cargas.** Revista Transportes, v. 18, n. 1, 2 jul. 2010.

STEVAN, T. FURQUIM, G. VIEIRA, J. G. V. OLIVEIRA, R. M. BERTONCINI, B. V. **Restrições de carga urbana e desafios logísticos: Percepção de varejistas e motoristas em Sorocaba.** Revista Transportes, 2018.

SWAMY, S.; BAINBUR, D. **Managing urban freight transport in an expanding city - Case study of Ahmedabad.** Research in Transportation Business and Management, v. 11, p. 5–14, 2014.

TANIGUCHI, E. Thompson, R. G; Yamada, T. Van Duin, R. **Network Modelling and Intelligent Transport**

**System Book.** Pergamon, 2001a.

TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R. G.; TADASHI, Y. **Recent Trends and Innovations in Modelling City Logistics.** Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 125, p. 4–14, 20 mar. 2014.

VAN KOLCK, A. H. **Multi-agent model for an Urban Distribution Centre.** Kyoto University, 2010.

VAN ROOIJEN, T.; QUAK, H. **Local impacts of a new urban consolidation centre – the case of Binnenstadservice.** Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 2, n. 3, p. 5967–5979, 1 jan. 2010.

VAN ROOIJEN, T.; QUAK, H. **City Logistics in the European CIVITAS Initiative.** Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 125, p. 312–325, 2014.

VIANA, M. S. **Estratégias de logística urbana a serem aplicadas nas áreas centrais e históricas: proposta metodológica baseada em avaliação multicritério em ambiente SIG.** Dissertação apresentada ao mestrado em Engenharia Ambiental Urbana como requisito parcial à obtenção do título de Mestre Em Engenharia Ambiental Urbana. Universidade Federal Da Bahia. 18 de maio de 2016.

VIEIRA, J. G. V.; FRANSOO, J. C.; CARVALHO, C. D. **Freight distribution in megacities: Perspectives of shippers, logistics service providers and carriers.** *Journal of Transport Geography*, v. 46, p. 46–54, maio 2015.

VONDEROHE, A. P.; TRAVIS, L.; SMITH, R. L.; TSAI, V. **Adaptation of geographic information system for transportation.** *National Cooperative Highway Research Program Report 359*, Transportation Research Board, Washington DC, 1993.

WANG, Q.; AYALEW, B. **Obstacle filtering algorithm for control of an autonomous road vehicle in public highway traffic.** ASME 2016 Dynamic Systems and Control Conference, DSCC 2016, v. 2, p. 70DUMMY, 2016.

YANNIS, G.; GOLIAS, J.; ANTONIOU, C. **Effects of Urban Delivery Restrictions on Traffic Movements.** *Transportation Planning and Technology*, v. 29, n. 4, p. 295–311, ago. 2006.

ZANIRATO, S. H. **A Mobilidade nas cidades Históricas e a Proteção do Patrimônio Cultural.** *Revista eletrônica de turismo cultural*, p. 16, 2008.

## ANEXO I – QUESTIONÁRIO

### ESTUDO DE GERAÇÃO DE TRANSPORTE DE CARGAS

#### INFORMAÇÕES DO ESTABELECIMENTO

Nome \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

CEP: \_\_\_\_\_

#### INFORMAÇÕES DO ENTREVISTADO

Nome: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

#### TIPO DE NEGÓCIO

- Vestuário     Calçados     Farmácia     Materiais de Construção |  
 Restaurantes     Móveis     Hotel     Supermercado     Outro? \_\_\_\_\_

#### TIPO DO ESTABELECIMENTO

Esta empresa é a sede?     Sim     Não

#### NÚMERO DE EMPREGADOS NA EMPRESA

	Tempo Integral	Parcial
Total de empregados em um dia típico:	_____	_____
O trabalho é realizado por turnos?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Se sim quantos? _____	Quantos empregados há por turno? _____	

#### LOCAL E ÁREA DA EMPRESA

A empresa é a única no local?     Sim     Não

Qual a área ocupada pela empresa? \_\_\_\_\_

Onde ela realiza seu processo de carga e descarga? \_\_\_\_\_




Número de andares ocupados pela empresa no edifício: \_\_\_\_\_

#### PRINCIPAIS PROBLEMAS ENCONTRADOS NA REALIZAÇÃO DE CARGA/DESCARGA

	Falta de vagas para carga e descarga de veículos	
	Espaço inadequado para estacionamento de veículos para realizar a carga/descarga	
	Ruas muito estreitas	
	Legislação e regulamentos inadequado /insuficiente, muito tráfego na cidade	
	Restrição do acesso de veículos de transporte de mercadorias a certas áreas urbanas	
	Outros:	

## VIAGENS RELACIONADAS COM CARGAS

### Tipo de Veículos utilizados no transporte de recebimento cargas:

Descrição	Exemplo	Frequência	Quantidade	Origem
Pickup/van/ caminhonete		<input type="checkbox"/> Por dia <input type="checkbox"/> Por semana		
		<input type="checkbox"/> Quinzenal <input type="checkbox"/> Por mês		
VUC		<input type="checkbox"/> Por dia <input type="checkbox"/> Por semana		
		<input type="checkbox"/> Quinzenal <input type="checkbox"/> Por mês		
Truck		<input type="checkbox"/> Por dia <input type="checkbox"/> Por semana		
		<input type="checkbox"/> Quinzenal <input type="checkbox"/> Por mês		
Outro/ Não sabe informar		<input type="checkbox"/> Por dia <input type="checkbox"/> Por semana		
		<input type="checkbox"/> Quinzenal <input type="checkbox"/> Por mês		

### Dia da realização das entregas e horários:

<input type="checkbox"/>	Segunda-Feira	<input type="checkbox"/>	Sexta-Feira
<input type="checkbox"/>	Terça-Feira	<input type="checkbox"/>	Sábado
<input type="checkbox"/>	Quarta-Feira	<input type="checkbox"/>	Domingo
<input type="checkbox"/>	Quinta-Feira	<input type="checkbox"/>	

<input type="checkbox"/>	00h00min - 03h59min
<input type="checkbox"/>	04h00min - 07h59min
<input type="checkbox"/>	08h00min - 11h59min
<input type="checkbox"/>	12h00min - 15h59min
<input type="checkbox"/>	16h00min - 19h59min
<input type="checkbox"/>	20h00min - 00h00min

### TIPO DE CARGA RECEBIDA

Tipo	Quantidade	Unidade (e.g. tons, lbs)