

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

MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS E DEMANDA POR
VAGAS DE ESTACIONAMENTO PARA TRANSPORTE
URBANO DE CARGAS EM CIDADES DE MÉDIO PORTE: O
CASO DE ITAJUBÁ-MG

ALEXANDRE LABEGALINI

ITAJUBÁ-MG

2020

ALEXANDRE LABEGALINI

**MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS E DEMANDA POR
VAGAS DE ESTACIONAMENTO PARA TRANSPORTE
URBANO DE CARGAS EM CIDADES DE MÉDIO PORTE: O
CASO DE ITAJUBÁ-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.

Linha de Pesquisa: Sistemas de Produção e Logística

Orientador: Prof. Dr. Renato da Silva Lima
Coorientador: Prof. Dr. Wilfredo Yushimito

ITAJUBÁ-MG

2020

AGRADECIMENTOS

O primeiro agradecimento em tudo na minha vida é a Jesus Cristo, o responsável por tudo o que tenho e que sou, e a Ele sou muito grato. Obrigado meu Deus!

À Maria Santíssima, Santa Mãe de Deus e minha mãe. Ela, que junto de todos os Santos, sempre intercedeu por minha saúde, paz e sucesso.

Aos meus pais Fátima e Paulo, meus maiores exemplos de vida que me ensinam todos os dias o caminho de Deus, da honestidade e da caridade ao próximo. Tenho como objetivo de vida nunca decepcioná-los e respeitá-los até o fim.

Às minhas irmãs Thaís e Soraia, essenciais na minha caminhada por meio dos valores, exemplo e companheirismo que sempre me proporcionaram.

À minha noiva Natallya, uma mulher incrível que é um dos motivos para eu sempre seguir em frente. Seu apoio e sua presença em minha vida são imprescindíveis.

A todos os meus familiares, cada um tem grande importância no trajeto que me trouxe até aqui.

Ao professor Renato pela sua amizade, paciência, perseverança e excepcional orientação nesse trabalho.

Ao professor Wil, sempre muito prestativo e competente em sua coorientação.

A todos os amigos que fiz no LogTranS e no IEPG, especialmente ao Kaique e ao Matheus pela grande ajuda e importância que tiveram no desenvolvimento desse trabalho.

A todo o corpo docente, funcionários e terceiros da Unifei/IEPG pelos indispensáveis ensinamentos e auxílios prestados.

E por fim, a todos que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui.

Com Jesus e Maria, vamos em frente!

“Na vida, nada é em vão. Ou é benção ou é lição.”

RESUMO

LABEGALINI, A. Modelos de Geração de Viagens e Demanda por Vagas de Estacionamento para Transporte Urbano de Cargas em Cidades de Médio Porte: o caso de Itajubá-MG. Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Produção - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá - MG. 2020.

A relevância do transporte urbano de cargas vem crescendo devido ao aumento da população que vive em regiões urbanizadas. Tal fato eleva o número de veículos nos centros urbanos e também a demanda por bens de consumo, o que gera externalidades negativas como congestionamentos, emissão de poluentes no ar, falta de vagas de estacionamento, entre outros. Esses problemas estão presentes não apenas nas grandes metrópoles, mas também em cidades de pequeno e médio porte. Apesar disso, o transporte urbano de cargas é um fator fundamental ao desenvolvimento urbano, influenciando tanto na mobilidade urbana quanto nas interações entre a sociedade, o meio ambiente e o comércio. Entretanto, por várias vezes o transporte de cargas não é considerado no planejamento e regulamentação do transporte urbano, sendo o maior enfoque nos veículos de passageiros. Essas lacunas motivaram o surgimento do *City Logistics*, um conceito que visa reduzir os transtornos causados pelo transporte de mercadorias ao mesmo tempo que promove a cooperação entre as partes envolvidas desse setor. Em relação à compreensão desse âmbito nas cidades de médio porte, ainda há uma literatura reduzida nos cenários nacional e internacional. Dessa forma, o objetivo deste estudo é desenvolver e utilizar modelos de geração de viagens para determinar o número de viagens de carga atraído por estabelecimentos comerciais em cidades de médio porte, tendo o município de Itajubá-MG como objeto de estudo, quantificando a oferta e demanda de vagas de estacionamento para carga e descarga nessa região. Primeiramente, um questionário foi aplicado presencialmente em 200 estabelecimentos varejistas para coletar dados estatisticamente confiáveis. Com esses dados, foram elaborados modelos de geração de viagens que estimaram que a região de estudo pode receber por volta de 539 viagens diárias, mostrando que as 19 vagas de carga/descarga existentes equivalem a apenas 34,5% das 55 vagas necessárias para atender as viagens diárias estimadas. Sendo assim, foi proposta a implantação de 36 novas vagas de carga/descarga localizadas em áreas de maior demanda por entregas de mercadorias. Também foi verificado que, quanto maior a distância entre as vagas de carga/descarga e as áreas com maior concentração de entregas, maior a duração que os veículos de carga ficam estacionados nessas vagas. Esse aumento pode ser de até 75,42% no caso dos veículos de pequeno porte (*Pickup/Van/Caminhonete*), 30,17% para os veículos médios (*VUC*) e 18,86% para os grandes (*Truck*). Além disso, a simulação de alguns cenários mostraram como três iniciativas de *City Logistics* podem otimizar a utilização dessas vagas. Em comparação com o cenário atual, a consolidação de cargas (*CCU*), a entrega fora do horário de pico (*OHD*) e o escalonamento das entregas (*ITS*) reduziriam a demanda de vagas/hora em 65%, 20% e 8%, respectivamente. Os modelos de geração de viagens elaborados se mostraram eficazes para quantificar o potencial de atração de viagens dos estabelecimentos e também auxiliar na tomada de decisão para a resolução dos problemas do transporte urbano de cargas. Observou-se também a necessidade de uma maior integração entre os comerciantes locais e o poder público para um melhor funcionamento do transporte local de mercadorias. Sugere-se também que as autoridades locais aumentem a fiscalização quanto ao uso das vagas públicas de carga e descarga. Por fim, a metodologia adotada nesse trabalho pode ser empregada em outras cidades médias de características semelhantes às de Itajubá. Contudo, na implantação de iniciativas de *City Logistics*, deve-se atentar às particularidades e ajustar essas iniciativas conforme à realidade de cada cidade estudada.

Palavras-chave: Transporte Urbano de Cargas, Modelos de Geração de Viagens, Vagas de Carga e Descarga, Cidades de Médio Porte, City Logistics.

ABSTRACT

LABEGALINI, A. Freight Trip Generation Models and Demand for Parking Spaces for Urban Freight Transportation in Medium-sized Cities: the case of Itajubá-MG. Thesis (Master) – Industrial Engineering – Itajubá Federal University - MG. 2020.

The relevance of urban freight transportation has been growing due to the increase in the population which lives in urbanized regions. This fact increases the number of vehicles in urban centers and also the demand for goods, which generates negative externalities such as congestion, emission of pollutants in the air, lack of parking spaces, among others. These problems are present not only in large cities, but also in small and medium-sized cities. Despite this, urban freight transportation is a fundamental factor for urban development, influencing both urban mobility and interactions between society, the environment and commerce. However, freight transportation is often not considered in the planning and regulation of urban transportation, being the main focus on passenger vehicles. These gaps motivated the emergence of City Logistics, a concept that aims to reduce the disorders caused by the transportation of goods while promoting cooperation between the parties involved in this sector. Regarding the understanding of this scope in medium-sized cities, there is still a reduced literature in the national and international scenarios. Thus, the objective of this study is to develop and use freight trip generation models to determine the number of freight trips attracted by commercial establishments in medium-sized cities, with the city of Itajubá-MG as the object of study, quantifying the supply and demand for loading/unloading parking spaces in this region. First, a questionnaire was applied personally at 200 retail establishments to collect statistically reliable data. With these data, freight trip generation models were developed and they estimated that the studied region can receive around 539 daily trips, showing that the 19 existing loading/unloading parking spaces are equivalent to only 34.5% of the 55 parking spaces needed to meet estimated daily trips. Therefore, it was proposed to implement 36 new loading/unloading parking spaces located in areas of greater demand for goods deliveries. It was also found that the greater the distance between loading/unloading parking spaces and areas with a higher concentration of deliveries, the longer the duration that freight vehicles are parked in these parking spaces. This increase may be up to 75.42% for small vehicles (Pickup/Van/Truck), 30.17% for medium vehicles (VUC) and 18.86% for large vehicles (Truck). In addition, the simulation of some scenarios showed how three City Logistics measures can optimize the use of these parking spaces. Compared to the current scenario, freight consolidation (CCU), off-hour delivery (OHD) and staggered delivery (ITS) would reduce demand for parking spaces/hour by 65%, 20% and 8%, respectively. The freight trip generation models developed proved to be effective in quantifying the trips attraction potential of the establishments and also assist in decision-making to solve the problems of urban freight transportation. It was also observed a need for greater integration between local retailers and public authorities for a better functioning of local goods transportation. It is also suggested that local authorities increase inspection over the use of public loading/unloading parking spaces. Finally, the methodology adopted in this work can be used in other medium-sized cities with similar characteristics to those of Itajubá. However, when implementing City Logistics initiatives, attention should be paid to the particularities and adjust these initiatives according to the reality of each city studied.

Keywords: Urban Freight Transportation, Freight Trip Generation Models, Loading and Unloading Parking Spaces, Medium-sized Cities, City Logistics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Stakeholders do transporte urbano de cargas	14
Figura 2 – Estágios e etapas da metodologia	31
Figura 3 - Localização geográfica de Itajubá.....	32
Figura 4 - Vista aérea de Itajubá-MG	32
Figura 5 - Placa de sinalização local da Zona Azul	34
Figura 6 – Região de estudo	35
Figura 7 - Localização das empresas entrevistadas	36
Figura 8 - Origem das entregas de mercadorias	42
Figura 9 - Entregas por dias da semana	43
Figura 10 - Placa de sinalização para operações de carga e descarga	45
Figura 11 - Veículo de passageiros estacionado na vaga de carga e descarga	45
Figura 12 - Veículo particular de proprietário de loja estacionado indevidamente na vaga de carga e descarga	46
Figura 13 - Veículo de carga realizando operações em local proibido (em cima da ciclovia)	46
Figura 14 - Veículo de carga parado em vaga de carros de passageiros	47
Figura 15 - Supermercados “reservam” vagas de carga e descarga para benefício próprio	47
Figura 16 - Localização das empresas.....	58
Figura 17 – Distribuição espacial das viagens na região	59
Figura 18 - Visualização 3D da distribuição espacial das viagens na região	60
Figura 19 - Necessidade de vagas para carga e descarga	64
Figura 20 - Demanda x Oferta x Necessidade	64
Figura 21 - Área coberta por cada vaga de carga e descarga existente	66
Figura 22 - Áreas de maior necessidade por vagas de carga e descarga	70
Figura 23 - Rua Dona Maria Carneiro	72
Figura 24 - Avenida Coronel Carneiro Júnior	73
Figura 25 - Rua Major Belo Lisboa.....	73
Figura 26 - Praça Adolfo Olinto	74
Figura 27 - Avenida Doutor Vicente Sanches.....	74
Figura 28 - Áreas de implantação das novas vagas de carga e descarga	75

Figura 29 - Cobertura das novas vagas de carga e descarga.....	77
Figura 30 - Demanda de vagas/hora dos cenários.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise bibliométrica de artigos publicados.....	9
Tabela 2 - Legislação brasileira de transportes (Fonte: Silva, 2019).....	17
Tabela 3 - Classificação das empresas (amostra)	37
Tabela 4 - Classificação das empresas por porte e entrega dos funcionários	39
Tabela 5 - Classificação das empresas por porte e setor	40
Tabela 6 - Frequência de entregas por tipo de veículo de carga	41
Tabela 7 – Frequência das entregas por setor.....	41
Tabela 8 - Horário das entregas.....	43
Tabela 9 - Principais problemas no recebimento de mercadorias.....	48
Tabela 10 - Porcentagem dos problemas na carga e descarga (por setor)	49
Tabela 11 - Modelos de geração de viagens lineares (viagens por dia)	53
Tabela 12 - Modelos de geração de viagens logarítmicos (viagens por dia).....	54
Tabela 13 - Classificação das empresas (total).....	55
Tabela 14 – Ajuste do mínimo, máximo e moda de funcionários para cada setor	57
Tabela 15 - Número de viagens geradas por dia	58
Tabela 16 – Porcentagem de entregas por faixa de horário e tipo de veículo	61
Tabela 17 - Total de viagens por faixa de horário e demanda total de estacionamento	62
Tabela 18 - Simulação do tempo de ocupação das vagas de carga e descarga	68
Tabela 19 - Endereço e número de vagas para cada área escolhida	76
Tabela 20 - Simulação de cenários com iniciativas de City Logistics.....	79

LISTA DE ABREVIações

CCU – Centro de Consolidação Urbana
GC – Geração de Cargas
GVC – Geração de Viagens de Carga
NVCG – Número de Viagens de Carga Gerada
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
DETRANIT – Departamento de Trânsito de Itajubá
ITS – Intelligent Transportation System
MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional
NCFRP – National Cooperative Freight Research Program
OHD – Off-Hour Delivery
PlanMob – Plano de Mobilidade Urbana
PNLT – Plano Nacional de Logística e Transporte
Semob - Secretaria Nacional de Mobilidade e Serviços Urbanos
SIG – Sistema de Informação Geográfica
SIG-T – Sistema de Informação Geográfica para Transportes
VUC – Veículo Urbano de Carga
LOGTRANS – Laboratório de Logística, Transporte e Sustentabilidade
UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá
RPI - Rensselaer Polytechnic Institute

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo geral	5
1.2 Objetivos específicos	5
1.3 Justificativa.....	5
1.4 Estrutura do trabalho.....	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1 Análise bibliométrica	8
2.2 Logística urbana.....	10
2.3 Cidades médias e transporte urbano de cargas.....	19
2.4 Vagas de estacionamento para carga e descarga	22
2.5 Modelos de geração de viagens	25
3. METODOLOGIA.....	30
3.1 Classificação da pesquisa.....	30
3.2 Desenvolvimento da metodologia	30
3.3 Delimitação da área de estudo e coleta de dados	31
4. MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS	39
4.1 Caracterização das entregas de mercadorias.....	39
4.2 Principais problemas enfrentados pelos estabelecimentos no recebimento de mercadorias	48
4.3 Desenvolvimento e resultados dos modelos de geração de viagens.....	51
4.3.1 Elaboração dos modelos de geração de viagens	52
4.3.2 Resultados dos modelos de geração de viagens	54
4.3.3 Cálculo do número necessário de vagas para carga e descarga	60
5. IMPLANTAÇÃO DAS NOVAS VAGAS DE CARGA E DESCARGA.....	70
5.1 Posicionamento das novas vagas de carga e descarga	70

5.2 Sugestão de iniciativas de city logistics	78
6. CONCLUSÕES	82
6.1 Transferibilidade desse estudo a outras locais	84
6.2 Sugestões para trabalhos futuros	85
APÊNDICE I - QUESTIONÁRIO.....	102

1. INTRODUÇÃO

Muitas cidades do mundo enfrentam, há alguns anos, graves problemas relacionados à mobilidade urbana, tanto no âmbito de movimentação de pessoas quanto no de cargas e serviços. Isso se deve a um elevado aumento populacional somado à falta de políticas públicas e privadas para o desenvolvimento urbano que busque fornecer acessibilidade e mobilidade para pessoas e bens de consumo. A relevância do transporte urbano, para sustentar o atual estilo de vida do consumo urbano, vem crescendo devido ao aumento da população que vive em regiões urbanizadas. Enquanto em 1950 apenas um terço da população global (746 milhões de habitantes) vivia em ambientes urbanos, esta proporção passou para a metade em 2014 (3,9 bilhões) e estima-se que cresça para dois terços até 2050 (6,4 bilhões) (NAÇÕES UNIDAS, 2018).

Para Abreu e Silva e Alho (2017) e Zambuzi *et al.* (2013), o aumento da concentração populacional eleva a quantidade de veículos nos centros urbanos e também gera uma crescente demanda por bens de consumo, fazendo com que as operações de carga sejam frequentemente associadas às externalidades negativas que podem resultar em ineficiências na infraestrutura, tais como a alta emissão de poluentes no ar, poluição sonora, congestionamentos, falta de vagas de estacionamento, acidentes, estacionamento irregular, dentre outros. Esses efeitos negativos, juntamente com o aumento da população urbana, forçam cada vez mais as autoridades municipais a tentar conciliar os objetivos sociais e privados por meio de iniciativas de *City Logistics* (DANIELIS *et al.*, 2012).

Ainda que traga externalidades negativas, o transporte urbano de cargas (TUC) é uma parte essencial da economia urbana. Por meio dele, ocorrem entregas de mercadorias aos estabelecimentos comerciais que, por sua vez, atendem as demandas de consumo da população (ALVES *et al.*, 2018). Campagna *et al.*, (2017) mencionam que o TUC é um componente fundamental da vida urbana, envolvendo uma vasta gama de atividades resultantes do relacionamento entre diferentes partes e suas variadas necessidades e objetivos. Já Holguín-Veras e Sánchez-Díaz (2016) afirmam que o transporte de mercadorias é um fator crucial da economia moderna pois, sem um eficiente e oportuno fluxo de suprimentos, a vida moderna não seria possível. Esse setor é extremamente importante não apenas ao transporte de cargas

em si, mas também ao desenvolvimento urbano (GÜNAY *et al.*, 2016) e da sociedade, agindo como uma “alavanca” de prosperidade (BOUHOURLAS e BASBAS, 2012). Em síntese, o transporte de cargas influencia tanto na mobilidade urbana (RUSSO; COMI, 2011) quanto nas interações entre a sociedade, o meio ambiente e o comércio (ALLEN; BROWNE, 2010).

Apesar da grande relevância do TUC, muitas vezes as agências reguladoras de transporte urbano criam planos e tomam ações de mobilidade com enfoque nos veículos de passageiros, se descuidando dos veículos comerciais (ALVES *et al.*, 2018; JALLER *et al.*, 2013; CAMPAGNA *et al.*, 2017). Ballantyne *et al.*, (2013) complementam que um planejamento de transportes não deve apenas considerar o transporte de pessoas, mas também o de carga e seus *stakeholders*.

Estima-se que o transporte de cargas representa de 6 a 18% do tráfego urbano total (RUSSO e COMI, 2012). O sistema urbano de transporte é altamente heterogêneo devido à sua diversidade de bens de consumo transportada, remessas fracionadas, tipos de veículos usados e os distintos objetivos e interesses dos *stakeholders* (ALHO *et al.*, 2017a). Além disso, há uma tendência global para o aumento de transporte de mercadorias em decorrência do uso de veículos de carga menores (BROWNE *et al.*, 2010), do aumento da população e do varejo mantendo menos estoques (*Just in Time*), da maior variedade de produtos (ALHO *et al.*, 2017b; GIULIANO *et al.*, 2013) e do crescimento do *e-commerce* (B2C), causando impactos na rotina das pessoas que habitam os centros urbanos (TANIGUCHI *et al.*, 2001).

Diante disso, percebe-se que o TUC, além de sua extrema relevância, também se apresenta complexo, com uma série de processos, atores envolvidos e efeitos ambientais, sociais e econômicos. Segundo Dablanc e Rodrigue (2014), uma alternativa para os gargalos desse setor é planejar e implementar ações e políticas, com preocupações ambientais, que visem balancear as necessidades por bens de consumo. Porém, ainda conforme os autores, isso é cada vez mais identificado como um dilema fundamental nas cidades modernas, considerando o crescimento contínuo da quantidade dos veículos de entrega. Além do mais, nos últimos anos vêm sendo desenvolvidos estudos de caso e pesquisas a respeito dos problemas existentes no transporte urbano de mercadorias, tentando quantificar e entender suas causas com

o propósito de apoiar a tomada de decisão nas políticas e medidas que se façam necessárias (BOUHOUBAS; BASBAS, 2012).

Para desenvolver um sistema de transporte de cargas sustentável, é importante que haja coordenação, parceria e colaboração entre os *stakeholders* presentes nesse meio. Um pré-requisito para o setor público definir políticas de carga adequadas é identificar quais aspectos das atividades de carga urbana que podem alterar de maneira desejável os seus impactos ambientais e sociais, e isso deve ser feito preferencialmente junto aos *stakeholders* (ALLEN *et al.*, 2000; CRAINIC *et al.*, 2004). Nessa mesma linha, Allen *et al.* (2000) destacam que o setor privado desconhece as iniciativas e regulamentações propostas pelo setor público para melhorar a sustentabilidade do transporte de cargas. Além disso, a cooperação das partes interessadas é um fator de sucesso para projetos logísticos nas cidades (HESSE, 1995).

Dentro desse contexto, as cidades brasileiras também enfrentam problemas de mobilidade. Segundo as Nações Unidas (2018), 87% da população brasileira vive em áreas urbanas. Desse total, a maior concentração está na região sudeste do país, 92,9% (IBGE, 2010). Esse alto grau de urbanização, somado à escassez de políticas voltadas à integração e melhora da acessibilidade e mobilidade de pessoas e bens, desencadeou uma saturação dos sistemas de transporte urbanos (ALVES *et al.*, 2016). Além disso, estudos sobre o TUC começaram a se intensificar nas duas últimas décadas e ainda estão em fase inicial, especialmente nos países em desenvolvimento como o Brasil, fazendo que a proposição de medidas e soluções para esse setor ainda seja pequena (ALVES *et al.*, 2016; LINDHOLM; BEHREND, 2012).

As cidades médias também sofrem com os principais problemas provenientes da movimentação urbana de cargas. Com o objetivo de solucionar esses problemas, órgãos locais de várias cidades de médio porte do mundo implementaram uma variedade de restrições à movimentação de transportes de carga em áreas urbanas, tais como horários permitidos para entrega de mercadorias de acordo com o porte do veículo, zonas de restrição de acesso, janelas de entrega, entre outras. Entretanto, o número de estudos sobre o TUC em cidades grandes ainda é bem maior

do que em cidades médias (DABLANC, 2007; FURQUIM; VIEIRA; CARVALHO, 2016; RUSSO; COMI, 2010; VASCONCELLOS, 2005).

Uma das razões de resultados insatisfatórios em aumentar a eficiência no transporte de cargas é a falta de conhecimento desse sistema e o comportamento dos agentes envolvidos, bem como uma quantificação deficiente do problema. Por isso, o desenvolvimento de modelos quantitativos pode auxiliar nesses problemas, subsidiando o processo de tomada de decisão no setor público. Uma das iniciativas nesse sentido são os modelos de geração de viagens, definidos a partir dos dados da demanda dos estabelecimentos por mercadorias e as viagens de carga que são atraídas por essa demanda (SÁNCHEZ-DÍAZ, 2017). Para Alho e Silva (2014), esses modelos são ferramentas analíticas importantes para estimar a demanda de viagens para cada estabelecimento de varejo, ou seja, o número de veículos comerciais que vão carregar e/ou descarregar mercadorias nesses locais. Ainda segundo os autores, a previsão da demanda por vagas de carga e descarga é particularmente útil no contexto do planejamento de transportes para determinar, por exemplo, opções de infraestrutura e escala de investimento. No entanto, o desenvolvimento e a aplicação dos modelos de geração e atração de viagens esbarra na complexidade do sistema de transporte de cargas urbanas. Fatores que determinam a quantidade e o tipo de bens produzidos e consumidos muitas vezes não são inteiramente compreendidos (LAWSON *et al.*, 2012).

Assim, este trabalho busca criar e implantar modelos de geração de viagens em uma cidade de médio porte, tendo como objeto de estudo a região central da cidade de Itajubá, localizada no sul do estado de Minas Gerais, Brasil. Com essa modelagem, pretende-se responder as seguintes questões de pesquisa:

- Qual o número de viagens que a região de estudo atrai?
- O número de vagas de carga e descarga nessa região é adequado?
- Se o número de vagas de carga e descarga existente não for suficiente, qual é o suficiente e qual a localização ideal para as novas vagas nessa região?

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do trabalho é desenvolver e utilizar modelos de geração de viagens para determinar o número de viagens de carga atraído pelos estabelecimentos varejistas em cidades médias, tendo como objeto de estudo a cidade de Itajubá, quantificando assim a oferta e demanda de vagas de estacionamento para carga e descarga nessa região. As análises e a modelagem são baseadas nos conceitos de logística urbana, buscando incorporar aspectos de sustentabilidade observados na literatura, de modo a contribuir na proposição de soluções para a melhoria da mobilidade urbana e na tomada de decisões de políticas públicas em cidades de médio porte.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Avaliar a visão dos varejistas em relação aos principais problemas enfrentados na distribuição de mercadorias dentro da região de estudo, por meio da aplicação de questionários em campo;
2. Avaliar e propor a localização de novas vagas de estacionamento para carga e descarga na região com o apoio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG);
3. Simular cenários para testar os impactos de algumas iniciativas de *City Logistics* na demanda por vagas de carga e descarga na área estudada;
4. Avaliar a transferibilidade da metodologia usada nesse estudo para outros locais.

1.3 JUSTIFICATIVA

O transporte urbano de cargas apenas passou a ser estudado recentemente, e tais pesquisas ainda estão em fases iniciais, principalmente nos países em desenvolvimento. Isso faz com a medição e as propostas de solução nesse âmbito sejam ainda mais difíceis (ALLEN *et al.*, 2000; ALVES *et al.*, 2016; LINDHOLM e BEHRENDTS, 2012). Essa dificuldade também se dá pela falta de conhecimento, de dados disponíveis, de investimentos monetários necessários e pela complexidade de se modelar e controlar as ações de todos os *stakeholders* desse sistema. Em consequência disso, os estudos sobre o TUC ainda são demasiadamente teóricos e,

às vezes, distantes da realidade (CAMPBELL *et al.*, 2018; GATTA *et al.*, 2019; HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2011; LINDHOLM e BEHREND, 2012). Portanto, na maior parte das vezes, as políticas de intervenção e regulação do TUC são o resultado de escolhas não embasadas por análises robustas, independentemente das consequências que possam ter sobre as várias partes interessadas (GATTA *et al.*, 2019).

Sánchez-Díaz (2017) declara que, embora durante as duas últimas décadas o interesse pela modelagem da demanda por carga tenha aumentado significativamente, a literatura que estuda a geração de carga e a geração de viagens de carga ainda é pequena. As principais razões são a falta de dados dos estabelecimentos e a complexidade para modelar o comportamento heterogêneo das empresas. Nesse contexto, Alho e Silva (2014) declaram que as pesquisas de carga baseadas nos estabelecimentos são importantes para coletar dados sobre a demanda por vagas de carga e descarga. Os autores ainda citam que, para melhor compreender as características de uma amostra de estabelecimentos varejistas e a sua demanda por vagas de carga e descarga, é necessário um conjunto de perguntas de pesquisa, variáveis e metodologia de modelagem adequados.

Nesse sentido, os modelos de geração de viagens auxiliam na identificação do número de viagens de veículos de carga produzido e atraído, são ferramentas que agregam valor ao gerenciamento da mobilidade urbana em uma região de estabelecimentos comerciais (SOUZA *et al.*, 2010).

No Brasil, o processo atual de planejamento de transportes não estima a atividade de carga para ajudar na tomada de decisão, que é uma informação crítica a ser considerada quando se faz escolhas em investimentos de infraestrutura (OLIVEIRA *et al.*, 2017a). Ademais, as investigações de geração de viagens de carga ainda são escassas no contexto brasileiro, tendo, por exemplo, alguns estudos em São Paulo (SILVA e WAISMAN, 2007), Rio de Janeiro (GASPARINI, 2008; MELO, 2002; SOUZA *et al.*, 2010), Campinas (MARRA, 1999), Belo Horizonte (OLIVEIRA *et al.*, 2017a) e São João Del Rei (ALVES *et al.*, 2018; SILVA, 2019). Souza *et al.* (2010), por exemplo, ao levantarem experiências nacionais e internacionais com a proposição de modelos de geração de viagens de carga, obtiveram um número bem maior de experiências internacionais.

Tomando essas justificativas, esse estudo contribui na expansão da literatura sobre o tema, modelando e aplicando modelos de geração de viagens para analisar a demanda e a oferta de vagas de carga e descarga na cidade de Itajubá. Com isso, pretende-se também analisar a aplicabilidade desses modelos a outras cidades com características análogas a desse estudo. Outra contribuição é oferecer ao poder público uma aplicação prática que mensure quais os impactos do TUC na região estudada, o que pode auxiliar no enfrentamento aos problemas desse setor e fortalecer as regulamentações do transporte urbano de cargas.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho é dividido em seis capítulos. Este Capítulo 1 apresenta uma introdução do tema, o objetivo geral e os objetivos específicos, a justificativa e a estrutura do trabalho. Já o Capítulo 2 traz o referencial teórico, abrangendo uma análise bibliométrica do tema estudado, conceitos da logística urbana, o conceito de cidades médias e o seu transporte urbano de cargas, vagas de estacionamento para carga e descarga e o uso dos modelos de geração de viagens na logística urbana. O Capítulo 3 apresenta a metodologia adotada nessa pesquisa, contendo a classificação da pesquisa, o desenvolvimento da metodologia e a delimitação da área de estudo e coleta de dados. No Capítulo 4 são abordados a caracterização das entregas de mercadorias, os principais problemas enfrentados pelos estabelecimentos varejistas, a elaboração e os resultados dos modelos de geração de viagens e o cálculo do número necessário de vagas de carga e descarga. O Capítulo 5, por sua vez, apresenta a implantação de novas vagas de carga e descarga e a sugestão e simulação de iniciativas de *City Logistics*. Por fim, o Capítulo 6 apresenta as conclusões do trabalho, incluindo a transferibilidade desse estudo a outros locais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo se estrutura da seguinte forma: uma análise bibliométrica sobre os estudos do transporte urbano de cargas em cidades de médio e pequeno porte; uma fundamentação teórica sobre as características da logística urbana; o conceito de cidades médias e o transporte urbano de cargas nessas cidades; as vagas de estacionamento para operações de carga e descarga e; a utilização dos modelos de geração de viagens na logística urbana. Nessa contextualização foram selecionados artigos científicos que são fornecidos em importantes bancos de dados e periódicos acadêmicos, além de trabalhos apresentados em congressos e bancos de teses e dissertações.

2.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Foi realizada no dia 21/10/2019 uma pesquisa nas bases científicas de dados *Scopus* e *Web of Science*.

Atualmente, as três maiores bases de dados para fazer análises de citações são o *Web of Science*, *Scopus* e *Google Scholar*. Porém, o *Google Scholar* é uma base de natureza bem diferente das outras duas, ele é principalmente um mecanismo de busca de literatura acadêmica e fornece apenas metadados bibliográficos muito limitados sobre as publicações. Além do mais, pouco se sabe sobre a cobertura do *Google Scholar* (WALTMAN, 2016). Mongeon e Paul-Hus (2016) corroboram tal afirmação dizendo que a baixa qualidade de dados encontrados no *Google Scholar* levanta suspeitas sobre a sua adequação na avaliação de pesquisas, o que faz com que *Scopus* e *Web of Science* permaneçam hoje como as principais fontes confiáveis para citações de dados, sua cobertura interdisciplinar é fortemente significativa para o estudo e comparação de diferentes campos científicos.

Posto isto, a pesquisa foi feita usando as seguintes palavras-chave pareadas: “*Parking*” e “*Medium-sized Cities*”; “*Medium-sized Cities*” e “*Freight Trip Generation*”; “*Freight Trip Generation*” e “*City Logistics*”; “*Parking*” e “*City Logistics*”; “*Parking*” e “*Urban Logistics*”. A Tabela 1 mostra o número de trabalhos encontrados por meio dos pares pesquisados.

Tabela 1 - Análise bibliométrica de artigos publicados

Bases	Palavras-chave					Total
	"Parking" E "Medium-sized Cities"	"Medium-sized Cities" E "Freight Trip Generation"	"Freight Trip Generation" E "City Logistics"	"Parking" E "City Logistics"	"Parking" E "Urban Logistics"	
Scopus	9	9	15	27	9	69
Web of Science	5	3	7	20	6	41
Total	14	12	22	47	15	110

Os 110 artigos completos publicados em periódicos e na língua inglesa foram analisados, sendo que 39 artigos que se repetem foram excluídos. Com isso, restaram 71 artigos que foram avaliados qualitativamente. Para averiguar quantos deles não têm relação com o transporte urbano de mercadorias em cidades de médio e pequeno porte, foram lidos os seus respectivos itens: resumo, objetivos, método, discussão dos resultados e conclusões. Assim, restaram apenas três artigos que se enquadraram no tema, sendo feita a extração de dados dos mesmos.

Em Mikusova e Abdunazarov (2019), um estudo realizado no Uzbequistão focou na determinação do dimensionamento ótimo das vagas de estacionamento para veículos de carga em cidades pequenas e médias a fim de otimizar a infraestrutura de transporte. Já Österle *et al.* (2015) apresentaram um planejamento e criação, por meio de um *framework*, de um projeto de *City Logistics* para a melhor operacionalização do sistema de transporte urbano de mercadorias em uma pequena cidade da Itália chamada Como (pouco mais de 80 mil habitantes), envolvendo *stakeholders* dos setores público e privado. Por fim, Campbell *et al.* (2018) aplicaram modelos de geração de viagens de carga e de serviços em pequenas áreas comerciais de duas cidades norte-americanas, Troy (pequeno porte) e a metrópole Nova Iorque, com o objetivo de estimar o tráfego total de cargas e serviços geradas nesses locais. Posteriormente, os autores estimaram o número de vagas de estacionamento necessárias por hora sob diferentes premissas da gestão de demanda.

Pode-se notar que ainda há uma reduzida literatura a respeito do TUC em cidades que não são grandes metrópoles, mesmo sabendo que também em cidades pequenas e médias a movimentação de cargas vem trazendo dificuldades a esse sistema (FURQUIM; VIEIRA; CARVALHO, 2016). Também se percebe que as pesquisas focaram em iniciativas de *City Logistics* para otimizações no setor de

transportes. O *City Logistics* é o processo para otimização total da logística e atividades de transporte em áreas urbanas, considerando o tráfego, congestionamento, segurança e eficiência dentro da estrutura econômica do mercado (TANIGUCHI *et al.*, 2001). Vale mencionar ainda que nenhum dos três estudos foi realizado no Brasil e apenas um utilizou modelos de geração de viagens.

Com o intuito de complementar a bibliografia desse trabalho, foi feita uma pesquisa em anais de congressos nacionais e em dissertações e teses produzidos por programas de pós-graduação de universidades brasileiras. Todavia, apesar de serem trabalhos de relevância no âmbito do transporte urbano de mercadorias em cidades de médio e pequeno porte, ainda são poucos. A maioria das pesquisas encontradas concentram-se no estudo da logística urbana em cidades históricas brasileiras, como em Ouro Preto-MG (ÁLVARES; COELHO; SOUZA, 2016; CARVALHO, 2017; GILBERT, 2016), São João Del Rei-MG (SILVA, 2019) e Salvador-BA (VIANA, 2016).

Porém, fora desse contexto histórico, Furquim, Vieira e Carvalho (2016) buscaram, por meio de um levantamento de dados e análises estatísticas, entender quais os principais fatores logísticos que interferem no recebimento das mercadorias sob o ponto de vista de varejistas do centro de Sorocaba-SP, um município de médio porte. Com isso, evidencia-se a necessidade de realizar estudos nessa área em outras cidades do país que também enfrentam problemas no transporte urbano de carga, principalmente naquelas que não possuem características históricas.

Em Oliveira *et al.* (2018b), foi conduzida uma *survey* junto a varejistas de nove cidades brasileiras de pequeno, médio e grande porte para analisar os problemas e soluções do transporte urbano de cargas nesses locais. Então, a percepção dos varejistas nesse setor foi comparada, levando em consideração as características de cada cidade.

As seções subsequentes desse capítulo trazem a fundamentação teórica dessa dissertação.

2.2 LOGÍSTICA URBANA

Logística é o processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde a origem

até o destino final, com o objetivo de satisfazer as exigências dos clientes (BALLOU, 2006). Esse fluxo de bens, em um cenário urbano, tem suas características próprias. Alho e Abreu e Silva (2015) classificam a logística urbana como um processo que envolve operações de entrega e coleta de bens em ambientes urbanos. Já Campagna *et al.* (2017) dão a seguinte definição ao transporte urbano de cargas: “é o movimento de veículos de carga cujo propósito principal é transportar bens para dentro e fora de áreas urbanas”.

Comi *et al.* (2012), por sua vez, classificam da seguinte forma:

“os movimentos urbanos de bens são o resultado de um conjunto de escolhas feito por: habitantes/clientes, varejistas, atacadistas, transportadoras e autoridades locais. Os habitantes/clientes decidem onde comprar, bem como o modo de transporte a se utilizar. Os varejistas decidem a localização de seus estabelecimentos e onde levar a mercadoria vendida nas lojas. Atacadistas, operadores logísticos e distribuidores escolhem sua localização e como reabastecer os varejistas, enquanto as transportadoras definem o processo de entrega. Finalmente, a administração municipal tenta governar todo esse processo com o objetivo de minimizar o custo global do sistema, composto por custos internos de distribuição, custos de transporte dos habitantes para as compras, custos de congestionamento e custos externos (poluição e segurança das vias).”

Porém, o crescimento desordenado da população nas cidades e o aumento do padrão de vida das pessoas criaram desafios consideráveis ao fluxo de veículos e pessoas dentro e fora dos limites urbanos (DABLANC, 2007; GATTA *et al.*, 2019). Atualmente, segundo as Nações Unidas (2018), aproximadamente 56% da população mundial vive em áreas urbanas e a previsão é que esse número seja por volta de 60% até 2030. Já no Brasil, 87% da população vive em áreas urbanas e pode aumentar para 89% até 2030.

No que tange ao transporte urbano de mercadorias, isso significa que também é elevada a necessidade de consumo das pessoas e, conseqüentemente, a movimentação de cargas urbanas, fazendo com que esse transporte seja fundamental nas atividades econômicas, ambientais e sociais da sociedade. De acordo com Benjelloun e Crainic (2009), para a população urbana o TUC envolve o abastecimento de lojas, locais de trabalho, lazer, entregas de correio e de mercadorias a domicílio,

remoção do lixo urbano, entre outros. E para as empresas estabelecidas em área urbana, o TUC é a ligação vital entre o fornecimento e os pontos de consumo. Lindholm (2013), Wygonik *et al.* (2014) e Russo e Comi (2012) complementam que é crescente a significância do TUC e a sua eficiência e eficácia são fundamentais, tanto em termos da renda gerada quanto em nível de emprego que ele oferece. Além disso, um fator importante da última década é o alto crescimento das vendas por meio do comércio eletrônico (*e-commerce*), o que expandiu as entregas nas residências dos clientes finais (COMI e NUZZOLO, 2016; GHAJARGAR *et al.*, 2016).

Em contrapartida, esse crescimento do TUC também traz efeitos negativos à mobilidade urbana, tanto para a população (aumento dos congestionamentos, alta dos custos com combustível e dos produtos, maior manutenção dos veículos, aumento de acidentes e da poluição sonora e do ar) quanto para as empresas que realizam as entregas dessas mercadorias (falta de vagas de estacionamento para carga e descarga, aumento dos custos logísticos, vias inapropriadas para a locomoção de veículos de grande porte, sinalização semaforica que não atende à baixa velocidade de veículos grandes carregados, horários de restrição à circulação e a maior prioridade aos veículos de passageiros do que aos de carga) (OLIVEIRA *et al.*, 2018a). As operações do TUC são caracterizadas por uma complexidade inerente à variedade de processos, da interação entre os diferentes atores envolvidos e pelo número negativo de efeitos sociais, ambientais e financeiros. Isso faz com que os legisladores desse meio enfrentam objetivos políticos destoantes, uma vez que eles devem fomentar a vitalidade econômica ao passo que minimizem os impactos negativos do transporte de cargas (CAMPAGNA *et al.*, 2017).

Campagna *et al.* (2017) apontam que um outro problema é a indisponibilidade ou a baixa qualidade de informações e dados que impede o entendimento dos fluxos da carga, resultando na ineficiência das operações urbanas em soluções de curto prazo. Isso gera uma necessidade por métodos e ferramentas para a coleta de dados do setor de TUC. Houve alguns estudos e casos pilotos que coletaram dados no setor de logística urbana, sendo que um dos primeiros e mais abrangentes foi realizado na França e se baseou em extensas pesquisas sobre dados de carga (AMBROSINI *et al.*, 1997; 1999). Posteriormente, outros estudos focaram no exame, mapeamento e análise do *City Logistics* em geral ou de elementos e áreas

específicas da distribuição urbana. Um exemplo é Holguín-Veras *et al.* (2006, 2008) que focaram nas entregas fora do horário de pico em Nova Iorque. Por sua vez, Browne e Allen (2006) e Patier e Routhier (2008) apresentaram as melhores práticas na coleta de dados, abordagens de modelagem e campos de aplicação para modos urbanos de transporte comercial, enquanto Allen e Browne (2008) registraram a coleta de dados de carga urbana, técnicas e métodos de pesquisa usados em nível internacional. Por fim, Campagna *et al.* (2017) elaboraram um *framework* de coleta de dados para estudar, desenvolver e avaliar soluções *City Logistics* para ter uma compreensão clara do TUC em uma área urbana específica.

Devido ao cenário apresentado, é fundamental que se busque a sustentabilidade do transporte urbano de mercadorias, isto é, soluções que reduzam os impactos do movimento de cargas sem penalizar a vida das pessoas que ali habitam, conciliando os interesses de todos os envolvidos nesse sistema. Behrends *et al.* (2008) apontam que um TUC sustentável deve preencher os seguintes objetivos:

- Garantir a acessibilidade oferecida pelo sistema de transporte a todas as categorias de transporte de mercadorias;
- Reduzir a poluição do ar, a emissão de gases de efeito estufa, o desperdício e o ruído a níveis de não causar impactos negativos à saúde dos cidadãos ou da natureza;
- Melhorar a eficiência de recursos, energia e custo-efetividade do transporte de mercadorias, levando em consideração os custos externos;
- Contribuir para a melhoria da atratividade e qualidade do ambiente urbano, evitando acidentes, minimizando o uso do solo e não comprometendo a mobilidade dos cidadãos.

Já para Holguín-Veras *et al.* (2014), a busca pela sustentabilidade é fundamentalmente uma mudança de comportamento, tanto a curto quanto a longo prazo. O ponto central do esforço é a política do setor público, combinada com o engajamento proativo do setor privado para transformar as operações do TUC (curto prazo) e as decisões estratégicas das empresas (longo prazo) em direção a uma maior sustentabilidade, qualidade de vida, eficiência econômica e justiça ambiental.

No planejamento de transportes, Ballantyne *et al.* (2013) aponta que não se deve considerar apenas o transporte de pessoas, mas também o de carga e de

seus diversos atores envolvidos, também chamados de *stakeholders*. Os anseios dos *stakeholders* da logística urbana trazem a necessidade de buscar dispositivos que auxiliem na resolução desses conflitos de interesses, sendo que os principais motivos dessas divergências são: falta de habilidade do poder público para traçar diretrizes de transportes; falta de conhecimento sobre aspectos para o transporte de carga e; as restrições e regulamentações relacionados ao transporte de cargas.

Cascetta *et al.* (2015) definem *stakeholders* como “pessoas e organizações que têm participação em uma questão específica, mesmo que não tenham um papel formal no processo de tomada de decisão”. De acordo com Taniguchi *et al.* (2001) e Oliveira *et al.* (2018), os *stakeholders* do TUC, como mostrado na Figura 1, são: Poder Público, Embarcadores, Transportadores, Receptores e Habitantes.

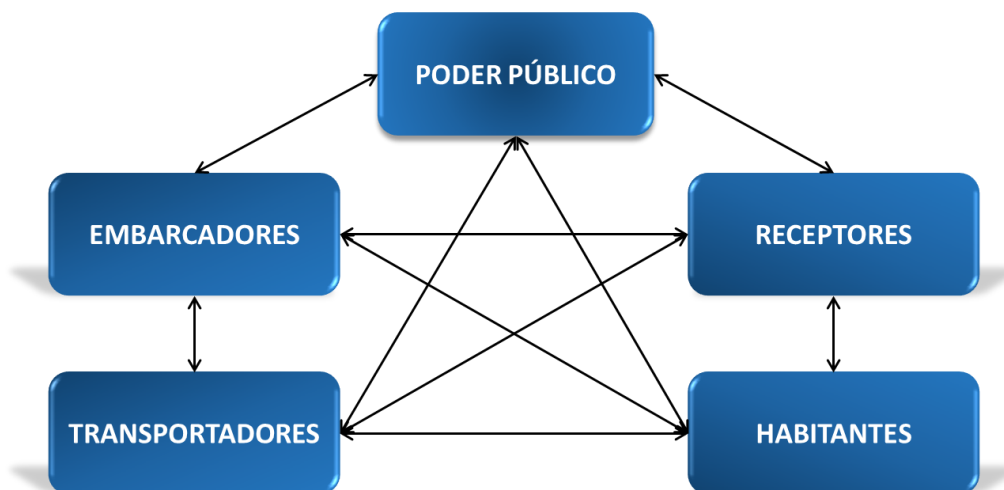


Figura 1 - Stakeholders do transporte urbano de cargas

Fonte: Taniguchi *et al.*, 2001 - adaptado

O Poder Público é representado pelos órgãos administrativos municipais, estaduais e federais. Ele regula o ambiente de cargas, equilibra as forças do mercado e desempenha um papel importante na resolução de conflitos entre os atores. Os Embarcadores, ou seja, as indústrias e atacadistas, são os responsáveis pelo embarque das mercadorias e visam a maximização do seu nível de serviço e a redução dos custos e tempos de entrega e coleta. Já os Transportadores, que são as transportadoras e os armazéns, ficam designados pela distribuição de mercadorias a um baixo custo (para maximizar seus lucros) por meio de um elevado nível de serviço.

Os Receptores, representados pelos varejistas, querem vender a sua mercadoria no menor tempo possível ao passo que reduzam seus estoques internos, obtendo entregas mais frequentes e flexíveis. Por fim, os Habitantes são os clientes finais que almejam a disponibilidade dos bens para comprá-los a qualquer hora e lugar, elevando sempre a sua qualidade de vida (GATTA *et al.*, 2019; OLIVEIRA *et al.*, 2018b; TANIGUCHI *et al.*, 2001).

Cada uma dessas partes envolvidas tem diferentes objetivos e interesses, o que torna desafiador escolher soluções que sejam satisfatórias para todas elas (TANIGUCHI *et al.*, 2001). Vale mencionar que nem todos os estudos consideram os Habitantes (cidadãos) como uma parte interessada relevante no transporte de mercadorias, uma vez que seus interesses já devem estar representados pela administração pública. No entanto, estudos adicionais sugerem que o envolvimento dos cidadãos no início do processo de elaboração de políticas está positivamente correlacionado com a adoção e os efeitos bem-sucedidos das políticas (LE PIRA *et al.*, 2018).

Para o sucesso do transporte de mercadorias no meio urbano, é muito importante que haja ações conjuntas de órgãos públicos e privados. A longo prazo, tais parcerias resultam em efeitos positivos a esse setor, como mostrado no estudo de Lindholm e Browne (2013). Todavia, apesar das descobertas que destacam a importância da colaboração entre os *stakeholders* no desenvolvimento do transporte de cargas, ainda houve poucos casos onde autoridades públicas e privadas se uniram para considerar o transporte de cargas no processo geral de planejamento de transporte (LINDHOLM e BROWNE, 2013). Sendo assim, apesar de toda a heterogeneidade do sistema de transporte de cargas, é preciso desenvolver um relacionamento colaborativo confiável e duradouro entre todas as partes envolvidas. O TUC deve ser considerado, estudado e tratado como um sistema, e não a soma de suas partes (ALHO *et al.*, 2017a; MARCUCCI *et al.*, 2015).

Mesmo com essa complexidade que envolve o TUC e os seus impactos gerados, muitas vezes a movimentação de cargas infelizmente não é prevista e nem considerada no planejamento clássico do transporte urbano (CRAINIC *et al.*, 2009). Historicamente, os estudos e planejamento do transporte coletivo de pessoas foram privilegiados em detrimento do transporte de cargas (DABLANC, 2007). O aumento

do tráfego de veículos nas últimas décadas fez com que as agências de transporte criassem programas de gestão do transporte com enfoque nos veículos de passageiros, se descuidando dos veículos comerciais (JALLER *et al.*, 2013). Isso é problemático pois, em muitos casos, um sustentável e eficiente sistema de transporte urbano é essencial para o progresso das zonas urbanas, garantindo sua atratividade, poder econômico e a qualidade de vida (EHMKE, 2012).

Para Alves *et al.* (2016), enquanto a logística tem sido estudada há algum tempo, o transporte urbano de mercadorias ganhou importância somente nas últimas décadas. Cherrett *et al.* (2012) ratificam tal afirmação dizendo que, sendo um dos componentes do trânsito e inter-relacionado com o transporte público e o transporte particular, o transporte de cargas passou a ter mais atenção das autoridades desde o início do século XXI. Já Sanches Júnior (2008) argumenta que no Brasil existe uma lacuna de 20 anos de pesquisa sobre o transporte de cargas, e que há pouca interação entre os governantes e as empresas em relação ao planejamento desse âmbito nos centros urbanos. Em contrapartida, Carvalho (2014) expressa uma certa esperança nesse quesito citando que, haja vista a relevância econômica do transporte de carga e sua importância no funcionamento dos centros urbanos, o foco das autoridades locais felizmente sofreu alterações no decorrer da última década.

Ainda assim, a movimentação de cargas é pouco considerada na legislação brasileira, onde o transporte de passageiros é bem mais regulamentado. Silva (2019) analisou e discutiu as principais legislações brasileiras das esferas municipal, estadual e federal que levam em conta o transporte de cargas. Esse resumo está retratado na Tabela 2.

Tabela 2 - Legislação brasileira de transportes (Fonte: Silva, 2019)

Legislação	Órgãos desenvolvedores	O que estabelece	Objetivos
Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT)	Ministério dos Transportes (MT) em parceria com o Ministério da Defesa (MD)	Marco inicial da retomada do planejamento no setor de transportes, em caráter contínuo e dinâmico	<ul style="list-style-type: none"> Identificação, otimização e racionalização dos custos envolvidos em toda a cadeia logística, entre a origem e o destino dos fluxos de transportes; Adequação da atual matriz de transportes de cargas no país, buscando a utilização das modalidades de maior eficiência produtiva.
Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei nº 12.587)	Congresso Nacional	Diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana	<ul style="list-style-type: none"> Contribuir para o acesso universal à cidade, o fomento e a concretização das condições que contribuam para a efetivação dos princípios, objetivos e diretrizes da política de desenvolvimento urbano, por meio do planejamento e da gestão democrática do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana.
Plano Nacional de Mobilidade Urbana (PlanMob)	Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) e Secretaria Nacional de Mobilidade e Serviços Urbanos (SeMob)	Instrumento de efetivação da Política Nacional de Mobilidade Urbana	<ul style="list-style-type: none"> Orientar para que as ações de curto, médio e longo prazo estejam de acordo com a visão da cidade, qualificando assim a mobilidade urbana.
Emenda Constitucional nº 82	Congresso Nacional	Inclusão do § 10 ao art. 144 da Constituição Federal	<ul style="list-style-type: none"> Disciplinar a segurança viária no âmbito dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

O Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT), criado para o período 2007-2023, enfatiza dados econômicos e quantitativos, principalmente no transporte de rodovias e no entorno das cidades, não possuindo pontos específicos a respeito do TUC. O Plano até menciona que o transporte urbano de mercadorias é um gargalo para o desenvolvimento econômico do Brasil, porém o destaque do documento fica somente para a malha viária (federal, estadual e intermunicipal) e o transporte de passageiros. Já a Lei Federal nº 12.587 de 2012, que instituiu as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, menciona os serviços de transporte urbano de carga, classificando-os como o serviço de transporte de bens, animais ou mercadorias. Entretanto, novamente é notada a inexistência de diretrizes específicas para a atividade, também dando mais valor ao transporte de passageiros (SILVA, 2019).

O Plano Nacional de Mobilidade Urbana (PlanMob), criado em 2012 pelo Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR (extinto Ministério das Cidades) - e pela Secretaria Nacional de Mobilidade e Serviços Urbanos (SeMob), propõe maneiras de regulamentar e criar diretrizes que abranjam o TUC, propondo medidas como, por exemplo: horários e restrições para cada tipo de carga; aplicação de pesquisas que caracterizem a movimentação de carga urbana e; estudos ambientais e urbanísticos a fim de reduzir a circulação de cargas perigosas (SILVA, 2019).

Contudo, após seis anos da aprovação da Lei nº 12.587 que determinou aos municípios com mais de 20 mil habitantes que elaborassem o Plano de Mobilidade, menos de 6% das cidades brasileiras concluíram os seus planos. Em outras palavras, dos 3.342 municípios que se enquadram na lei, 195 têm plano de mobilidade. Dentre as 26 capitais dos Estados da Federação e o Distrito Federal, apenas 15 (55%) declararam ter aplicado o plano. Por causa da baixa adesão, o prazo para a conclusão dos trabalhos já foi adiado duas vezes (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2018).

Finalmente, a Emenda Constitucional nº 82 de 2014 que adicionou o § 10 ao art. 144 da Constituição Federal, introduziu de forma implícita o direito à mobilidade urbana eficiente como um direito constitucional dos cidadãos brasileiros. Porém ela foca exclusivamente na regulamentação e fiscalização do trânsito, repetidamente o TUC não é considerado um fator essencial à mobilidade urbana em um documento de amparo legal (SILVA, 2019).

Como pode-se notar, o TUC ainda não é apropriadamente considerado, regulamentado e/ou obedecido pelas autoridades brasileiras, em todas as suas esferas. A atenção é maior, ou às vezes até exclusiva, ao transporte de passageiros e à malha rodoviária, desconsiderando muitas vezes o setor de cargas. O planejamento e a execução ainda são defasados, o que colabora para o agravamento dos vários transtornos ocasionados pela movimentação de cargas nos municípios brasileiros. Devido a esse fato, torna-se difícil conhecer, monitorar e reduzir as externalidades causadas por esta atividade que, segundo Oliveira *et al.* (2018), é crucial para o desenvolvimento econômico das cidades e para a qualidade de vida da população.

Todas essas lacunas apontadas motivaram o surgimento de um campo da logística que busca reduzir os transtornos causados pelo transporte urbano de cargas, que é o *City Logistics* (CRAINIC *et al.*, 2009; JALLER *et al.*, 2015). De acordo com Dutra (2004), esse conceito surgiu durante a década de 90, quando os países europeus Alemanha, Holanda, Bélgica, Suíça e Dinamarca deram início a projetos-piloto referentes a modelos alternativos para a distribuição nos centros urbanos.

O *City Logistics* considera os múltiplos objetivos e comportamentos dos *stakeholders* presentes nas atividades de logística urbana, o que torna as áreas

urbanas mais atrativas e produtivas (TANIGUCHI *et al.*, 2014). Ele é indicado pela comissão europeia como uma área na qual pode-se obter ganhos ambientais e de competitividades relacionados a movimentação de cargas urbanas, haja vista a alta quantidade e os diferentes tipos de cargas que circulam diariamente em área urbana, além da importante participação deste transporte para as atividades econômicas e sociais (BENJELLOUN e CRAINIC, 2009).

Jaller *et al.* (2015) mencionam que o *City Logistics* promove a cooperação entre diferentes agentes, como os esforços conjuntos entre os setores público e privado, ou estratégias para otimizar globalmente os sistemas de logística. Tais estratégias foram testadas e implementadas em áreas urbanas ao redor do mundo para atingir os objetivos do *City Logistics*, que são a mobilidade, a sustentabilidade e a habitabilidade. Alguns exemplos dessas estratégias, são (JALLER *et al.*, 2015; TANIGUCHI *et al.*, 2014):

- Centros urbanos de consolidação ou de transbordo;
- Vilas de carga (*freight villages*);
- Pontos centrais de classificação de mercadorias;
- Sistemas de entrega cooperativa;
- Entregas fora do horário de pico;
- Soluções *first / last mile* (locais de coleta e entrega, o que inclui *reception / delivery boxes*, pontos de coleta e *lockers*);
- Controle do acesso aos centros urbanos;
- Zonas de baixa emissão de poluentes.

A próxima seção traz o conceito de cidades médias e a caracterização do transporte urbano de cargas nesses locais.

2.3 CIDADES MÉDIAS E TRANSPORTE URBANO DE CARGAS

Nos últimos 50 anos, o mundo passa por um processo acelerado de urbanização (BOLAY e RABINOVICH, 2004), especialmente nas cidades de médio porte onde este fenômeno vem ocorrendo com mais intensidade quando comparadas aos grandes centros urbanos (ANGEOLETTO *et al.*, 2016; BOLAY, 2016; ESPINDOLA; CARNEIRO; FAÇANHA, 2017). De acordo com o IBGE (2016),

aproximadamente 36 milhões de pessoas vivem em cidades consideradas médias no Brasil, o que equivale a quase 20% da população total do país.

Há definições distintas para se caracterizar uma cidade como média (BOLAY, 2016; FILHO e RIGOTTI, 2002; FRANÇA e SOARES, 2014), sendo que o critério de atributos demográficos, por ser mais simples e cômodo, vem sendo o mais usado (FILHO e SERRA, 2001). Esse critério geralmente contempla uma análise bidimensional dos aspectos demográficos, como a população e o tamanho territorial urbano (BOLAY; RABINOVICH, 2004).

A respeito da definição da faixa populacional que classifica as cidades como médias, há uma certa variação (FILHO; RIGOTTI, 2002). No Brasil, por exemplo, o IBGE usa a faixa populacional de 100 a 750 mil habitantes para determinar as concentrações urbanas como médias (IBGE, 2016). Por outro lado, estudos realizados no estado de Minas Gerais definem cidades médias como aquelas com população entre 14 e 400 mil habitantes (FILHO; RIGOTTI; CAMPOS, 2007). A Organização das Nações Unidas (ONU), por sua vez, classifica cidades de médio porte como os centros urbanos que possuem entre 1 e 5 milhões de habitantes (NAÇÕES UNIDAS, 2018). Para exemplificar isso, o estudo de Flora *et al.* (2019) conduziu, em 20 cidades médias brasileiras, uma *survey* com 10 especialistas em TUC e 20 agentes públicos com o intuito de avaliar o nível de interação entre os atributos que diferenciam as cidades médias e os fatores que influenciam o TUC. A população dessas cidades médias consideradas pelos autores varia entre 50 e 550 mil habitantes.

Contudo, também há outros fatores que podem ser considerados para definir uma cidade média, tais como: o tamanho da área urbanizada (ANGEOLETTO *et al.*, 2016); a posição da cidade na hierarquia urbana (FILHO; RIGOTTI; CAMPOS, 2007) e; a “função urbana” das cidades (BOLAY e RABINOVICH, 2004). Ao arbitrar esses fatores na definição de cidades médias, eles podem variar de acordo com a região ou país em estudo. No Brasil, por exemplo, é natural que existam variações pois trata-se de um país bastante heterogêneo, além de que a escolha de cada fator depende dos objetivos de cada estudo (FILHO e RIGOTTI, 2002).

Em relação ao TUC em cidades médias, Flora *et al.* (2019) declaram que há sete fatores principais que o influenciam, que são: Medidas de Restrição ao TUC; Nível de Inclusão do TUC no Planejamento Estratégico das Cidades; Grau de

Envolvimento dos *Stakeholders* no Processo de Tomada de Decisão; Políticas com Enfoque aos Causadores de Externalidades; Configuração do Espaço Urbano; Infraestrutura para o TUC e; Conhecimento, Inovação e Avanço Tecnológico.

Em relação às “Medidas de Restrição ao TUC”, que visam melhorar o convívio da população com os veículos de carga nos centros urbanos, as Janelas de Tempo para entrega/coleta de mercadorias vêm se apresentando restritivas nas cidades médias (VAN LIER *et al.*, 2016). Porém, Pojani e Stead (2015) argumentam que medidas de baixo custo como a restrição de velocidade e taxas de estacionamento se mostram aceitáveis e viáveis às administrações públicas nessas cidades.

Quanto ao “Nível de Inclusão do TUC no Planejamento Estratégico das Cidades”, Kramar *et al.* (2015) declaram que ele ainda não é realizado na prática o suficiente, embora os governos locais reconheçam o seu alto impacto na qualidade de vida da população. Mesmo quando a logística urbana é considerada em um plano estratégico, as estratégias escolhidas nem sempre se mostram adequadas à realidade das cidades médias justamente porque tais estratégias são usualmente implantadas em cidades grandes (POJANI; STEAD, 2015).

Sobre o “Grau de Envolvimento dos *Stakeholders* no Processo de Tomada de Decisão”, nas cidades médias ainda é preciso uma maior incorporação das partes envolvidas, o que se reflete em discordâncias (principalmente por parte dos varejistas) quanto às práticas adotadas pelo governo local (POJANI; STEAD, 2015; VAN LIER *et al.*, 2016). Logo, medidas como uma maior participação, campanhas de conscientização e educação em relação ao tema resultariam em menos divergências entre as partes interessadas (VAN LIER *et al.*, 2016).

Visto que em cidades médias os veículos automotores são os maiores causadores de poluição (GONZALEZ *et al.*, 2017), é essencial que as autoridades públicas se atentem de forma especial para as “Políticas com Enfoque aos Causadores de Externalidades” (FLORA; EWBANK; VIDAL VIEIRA, 2019).

Já sobre a “Configuração do Espaço Urbano”, as cidades médias passam por um forte crescimento no espalhamento urbano, o que resulta no aumento do tráfego e da poluição do ar (ESPINDOLA; CARNEIRO; FAÇANHA, 2017). À vista disso, é necessário diminuir a velocidade de aumento da urbanização nessas cidades

e ainda planejar de forma organizada o processo de urbanização (POJANI e STEAD, 2015).

Segundo Van Lier *et al.* (2016), a “Infraestrutura para o TUC” é insuficiente à logística urbana das cidades médias. A falta de vagas de carga e descarga e os frequentes congestionamentos expõem uma necessidade de melhorias na infraestrutura. Ao invés da construção de novas estruturas rodoviárias, a realização de manutenções periódicas nas já existentes possibilitaria uma evolução considerável no TUC dessas cidades (POJANI; STEAD, 2015).

Por fim, quanto ao “Conhecimento, Inovação e Avanço Tecnológico” no TUC de cidades médias, Karagiannakidis *et al.* (2014) declaram que há uma escassez de dados e *benchmarking* que apoiem estudos de logística urbana, impossibilitando o uso de ferramentas de análise de desempenho. Por isso, para auxiliar na tomada de decisão no TUC nessas cidades, podem ser usadas tecnologias móveis já disponíveis e de baixo custo, além da tecnologia SIG que também já se demonstrou útil nesse contexto (GUTIERREZ-GALLEGO *et al.*, 2015).

Como citado, a falta de vagas para operações de carga e descarga é um problema recorrente no TUC, inclusive em cidades de médio porte. As causas e os impactos desse problema serão analisados na próxima seção.

2.4 VAGAS DE ESTACIONAMENTO PARA CARGA E DESCARGA

Em muitos centros urbanos, as vagas de estacionamento destinadas a operações de carga e descarga são muito limitadas ou mal utilizadas, resultando em sérios problemas à logística urbana desses locais. A escassez, a localização incorreta, a ocupação indevida por veículos que não são de carga, o mal dimensionamento e a falta de manutenção dessas vagas geram agravantes como caminhões parados em estacionamento duplo, congestionamentos, o atraso na busca dos motoristas por vagas disponíveis e ineficiências no processo de entregas de mercadorias (JALLER *et al.*, 2013; DEZI *et al.*, 2010; MUÑUZURI *et al.*, 2012; ALHO e ABREU E SILVA, 2014; ABREU E SILVA e ALHO, 2017; FURQUIM *et al.*, 2016; CARVALHO, 2017).

Os resultados de alguns estudos concluíram que a falta de espaço para carga e descarga se configura no maior desafio logístico para o recebimento de mercadorias. Furquim *et al.* (2016), por exemplo, fizeram um levantamento de dados

com varejistas localizados no centro da cidade de Sorocaba, os dados foram analisados por meio de estatística descritiva, análise de correlação e análise fatorial com o objetivo de entender os principais fatores logísticos que interferem no recebimento das mercadorias. Como resultado, a principal restrição encontrada é a falta de local disponível para carga e descarga nos estabelecimentos. Esse resultado corrobora com os estudos de Sinay *et al.* (2004) e Crainic *et al.* (2004).

O problema da falta de vagas de carga e descarga está presente em várias partes do mundo. Nos Estados Unidos, na ilha de Manhattan em Nova Iorque, por exemplo, há várias ruas onde a demanda por vagas para caminhões de entrega excede a capacidade dessas ruas para acomodá-los (JALLER *et al.*, 2013). O resultado disso é que se obriga as transportadoras a estacionar duas vezes e pagar altas quantias em multas de estacionamento (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2010). Já na cidade de São Francisco, para tentar amenizar o problema das vagas de carga/descarga foram criadas novas vagas de estacionamento reservado e espaços compartilhados na rua para atividades de carga e descarga. Em Washington D.C., um estudo sugeriu a implantação de mais vagas de estacionamento, medidores de espaço múltiplo e a precificação das zonas de carga (JALLER *et al.*, 2013).

Em Bordeaux, na França, foram inseridas áreas de entregas próximas ao centro comercial, além de serviços adicionais como pessoal dedicado para auxiliar na realização de entregas. Porém, em todos os casos o desafio compreendido na criação dessas áreas foi garantir o espaço necessário para a implantação das novas vagas, bem como sua devida fiscalização. Já em Roma, na Itália, foi proposta a inserção de novas vagas de carga e descarga de mercadorias para mitigar os problemas de tráfego (DEZI *et al.*, 2010).

Ademais, a questão das vagas para carga e descarga pode trazer interesses distintos entre os *stakeholders* do TUC. Gatta e Marcucci (2015) testaram intervenções políticas, incluindo combinações do número total de vagas de carga/descarga, a probabilidade de encontrá-las desocupadas e taxas de entrada em uma zona restrita. Entre as suas conclusões, os autores destacaram que os fornecedores de transporte estão mais interessados no número de vagas de carga/descarga, enquanto os varejistas estão mais preocupados com a probabilidade de encontrá-las disponíveis.

Os desafios logísticos provenientes da falta de espaço para operações de carga e descarga também são vivenciados por diversas cidades brasileiras, especialmente quando se trata de cidades mais antigas ou que possuem centros históricos. Um estudo brasileiro realizado por Bontempo *et al.* (2012) aponta que, em municípios que se restringe a circulação de veículos de grande porte, há um aumento na circulação de veículos de pequeno porte. Isso acarreta problemas de transporte urbano, como a falta de lugares de estacionamento para veículos particulares e, principalmente, de carga e descarga. Esses problemas, quando associados ao tráfego da cidade, ruas estreitas e à falta de espaço para movimentação de mercadorias, provocam um aumento no tempo das entregas, complicam a localização de locais adequados para estacionar e a movimentação das mercadorias entre o veículo e o estabelecimento. Esses problemas foram constatados na cidade brasileira de São João Del Rei segundo os estudos de Silva (2019) e Silva *et al.* (2020).

Em contrapartida, existem medidas que podem solucionar ou ao menos suavizar os transtornos causados pela falta ou mau uso das vagas de estacionamento para carga e descarga. Políticas públicas podem ser implementadas, como fornecer um número adequado de vagas de carga/descarga corretamente localizadas e/ou assegurar a disponibilidade dessas vagas (ABREU E SILVA e ALHO, 2017). Também é possível adotar medidas de racionalização da operação visando a movimentação planejada dos veículos de entrega. Dentre essas medidas estão a 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 (SILVA, 2019). Ros-Mcdonnell *et al.* (2018) afirmam que a adição de vagas de carga e descarga pelas autoridades públicas pode diminuir o tempo gasto pelos motoristas de entregas na busca por vagas para estacionar, além de reduzir o congestionamento nos centros urbanos. No entanto, Alves *et al.* (2018) alertam isso deve ser feito de maneira cautelosa. As vagas de carga e descarga podem solucionar o transporte urbano, mas não devem alterar o espaço urbano, prejudicar os seus usuários e nem a disponibilidade de estacionamentos particulares utilizados por clientes de lojas comerciais.

Na seção seguinte serão apresentados os modelos de geração de viagens. Eles são capazes de estimar qual o número diário de viagens atraídas por uma região

de estudo e com isso estimar qual a demanda de vagas de carga e descarga nessa região.

2.5 MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS

No processo de desenvolvimento de modelos de geração de viagens, uma premissa muito importante é compreender a distinção entre a geração de cargas (GC) e a geração de viagens de carga (GVC). A GC é uma expressão da atividade econômica que envolve a produção e atração de cargas, isto é, materiais de entrada são processados e transformados, gerando produtos que, na maioria dos casos, serão transportados pelos veículos de carga para fins de estocagem, distribuição e consumo. A GVC, por outro lado, é o resultado de decisões logísticas sobre como melhor transportar a carga gerada em termos do tamanho da remessa, frequência de entregas e o tipo de veículo usado. Nesse sentido, é relevante que os embarcadores da carga (indústrias e atacadistas) tenham a habilidade de equilibrar o tamanho das remessas para assim minimizar os custos logísticos totais, permitindo que os embarcadores e transportadores aumentem a GC sem aumentar também a GVC (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2012).

Holguín-Veras *et al.* (2012) ainda apontam que outra premissa importante é que a precisão das análises de GC/GVC depende de alguns fatores-chave, que são:

1. A adequação do sistema de classificação usado para agrupar estabelecimentos comerciais em um conjunto de classes padronizadas;
2. A capacidade de medir o tamanho da empresa usada para capturar a intensidade da GC/GVC;
3. A validade da técnica estatística usada para estimar o modelo;
4. A correção do procedimento de agregação usado para estimar valores agregados (se necessário).

Além desses fatores, é necessário atentar-se em outros princípios básicos: quanto maior a qualidade dos dados, melhor; e modelos desagregados (nível de estabelecimentos) são geralmente melhores do que modelos agregados (nível zonal).

Para computar os parâmetros dos modelos, geralmente são usadas técnicas estatísticas. Embora haja uma ampla variedade de abordagens a se utilizar, há duas técnicas particularmente úteis: análise de regressão e análise de classificação

múltipla. O emprego estatístico se justifica, dentre outras razões, devido a: 1) os dados requeridos para estimar modelos de geração de viagens robustos e apurados não costumam estar disponíveis em bases de dados de órgãos públicos e 2) esses modelos relativamente simples oferecem estimativas sólidas de geração de viagens no nível de estabelecimentos (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2012, 2016).

As variáveis explicativas (independentes) utilizadas no desenvolvimento de modelos de geração de viagens se configuram na grandeza que explica estatisticamente o volume de viagens geradas/atraídas. Lawson *et al.* (2012), por meio de uma revisão de literatura, identificou algumas variáveis explicativas que foram utilizadas em modelos de outros estudos. Elas são o uso do solo, número de funcionários, tipo de negócio, segmento de indústria, tipo de mercadoria transportada, área do terreno, área edificada bruta do estabelecimento e tipo de veículo. No entanto, trabalhos de autores como Ebias (2014), Holguín-veras *et al.* (2011, 2013a) e Oliveira *et al.* (2017a) revelam que é muito comum utilizar o número de funcionários como variável independente. Segundo eles, essa variável possui um vínculo direto com o tamanho do estabelecimento e com o número de viagens recebidas e atraídas.

Estudos passados exibem que as taxas de produção de viagens sofrem mudanças, dependendo qual é setor da indústria. Essa questão pode ser caracterizada por dois tipos de modelos de geração de viagens: o linear e o não linear. Os modelos lineares fazem uma estimativa do número de viagens geradas de acordo com um termo constante mais um parâmetro que estabelece a proporção na qual a mudança nas variáveis independentes aumenta ou diminui a quantidade de viagens geradas. Já os não lineares possuem formatos distintos, sendo que um deles consiste em transformações logarítmicas de variáveis para gerar modelos de regressão linear, estando aptos a descrever padrões não lineares nos dados. Dentre esses tipos de modelos, estão os modelos logarítmicos lineares (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2016). Esses dois modelos e suas respectivas composições são descritos a seguir.

Modelos Lineares

Constituem-se de uma associação proporcional entre o Número de Viagens de Carga Geradas (NVCG) por um estabelecimento e as variáveis independentes. Alguns desses modelos também contém um parâmetro constante que adiciona uma

taxa constante de viagens produzidas, não dependendo do efeito das variáveis independentes adotadas. Sendo assim, o modelo linear é representado por:

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

Onde 'α' é o parâmetro estimado que representa a taxa constante de viagens e 'x' é a variável independente adotada no modelo. Nesse presente trabalho, essa variável é o número total de funcionários.

Modelos Logarítmicos Lineares (não lineares)

Nesses tipos de modelos, o NVCG de um estabelecimento é proporcional ao logaritmo natural das variáveis independentes adotadas. Além disso, nesses modelos também pode-se incluir um parâmetro constante caso ele seja estatisticamente significativo. O modelo logarítmico linear é representado pela seguinte equação:

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

Sendo que 'α' é o parâmetro estimado que representa a taxa constante de viagem e 'x' equivale à variável independente.

Há vários tipos de modelos de geração de viagens lineares e logarítmicos lineares presentes na literatura, sendo que eles variam em relação ao tipo de atividade, localização, tipo de estabelecimento, porte, etc. (PORTUGAL, 2012). Holguín-Veras *et al.* (2012) validaram a transferibilidade de diversos tipos de modelos para obter uma visão do quão diferente esses modelos estimam a real geração de viagens de carga. Para esse efeito, os autores identificaram modelos que poderiam ser testados com os dados de validação disponíveis. Ao final, 38 combinações modelo-dados atenderam a essas condições. Esses mesmos autores reforçam que cada modelo de geração de viagens deve ser modelado e calibrado de acordo com as condições do sistema de transportes predominante na região e com a época da pesquisa. Isso é fundamental porque os dados podem se alterar com o tempo, o que

provocariam erros nas previsões. Dessa maneira, a utilização de um modelo já formulado em outros locais demanda uma investigação cautelosa para averiguar qual a representatividade desse modelo na região em que se pleiteia estudar.

Além dos cuidados necessários na elaboração dos modelos de geração de viagens, deve-se levar em conta que o desenvolvimento desses modelos em países emergentes, como o Brasil, é mais delicado. Nos países desenvolvidos, o cenário das populações e áreas urbanas se mantém uniformes, em geral. Em contrapartida, nas análises em municípios brasileiros são considerados até áreas desabitadas (FILHO, 2013). Além do mais, ainda há outras eventuais barreiras como a falta de dados atualizados e fundamentados, a utilização de modelos estrangeiros que não retratam as condições dos países em desenvolvimento e elevadas mudanças demográficas, econômicas e sociais (LOPES, 2005).

Então, como forma de aumentar a confiabilidade dos modelos de geração de viagens, Filho (2013) destaca que é viável o uso de técnicas que introduzam características espaciais nos mesmos. Uma alternativa é o Sistema de Informação Geográfica (SIG) e suas ferramentas de análise espacial. A utilização do SIG pode otimizar a aplicação dos modelos de geração de viagens e a manipulação de seus dados. Ademais, a análise espacial e a visualização fornecida pelo SIG possibilitam compreender melhor as variáveis e os resultados desses modelos, e ainda auxilia na reparação de possíveis erros.

Para Boroushaki e Malczewski (2010), a ferramenta SIG possibilita, a partir de análises espaciais, manipular dados georreferenciados e alfanuméricos afim de apoiar a tomada de decisão, como uma melhor roteirização de entregas, por exemplo. Já Fuentes *et al.* (2018) relatam que um SIG é um conjunto de práticas e ferramentas que trabalham juntas na análise de dados espaciais.

Utilizar o SIG é fundamental para um planejamento de transportes que visa satisfazer as necessidades de pessoas que vivem em áreas urbanas. Devido a isso e também à presença da tecnologia de informação nessa área, pesquisadores se esforçaram cada vez mais para aprimorar o SIG e inseri-lo em estudos de transportes. Logo, deu-se origem ao SIG-T (Sistema de Informação Geográfica para Transportes) (DIN, 2016). Segundo Abousaeidi, Fauzi e Muhamad (2016), o SIG-T foi criado pela junção do Sistema de Informação de Transportes (SIT) com os diversos tipos de SIG

existentes. Mapa e Lima (2005) complementam dizendo que um SIG-T é específico para problemas de planejamento e/ou operação de transportes, reunindo em um única plataforma toda a potencialidade de modelagem de um SIG. Essa ferramenta contempla aplicações em monitoramento e controle do tráfego, oferta e demanda de transportes, localização de facilidades, prevenção de acidentes, roteirização e programação de veículos, entre outras (LIMA, 2003).

Por fim, os SIG permitem um melhor gerenciamento da logística urbana e possuem uma ampla capacidade de auxiliar os órgãos públicos na coleta e tratamento de informações nesse âmbito, melhorando a tomada de decisão e os serviços prestados. Departamentos essenciais da administração municipal (planejamento, cadastro tributário, transportes, obras, saúde, educação, entre outros) devem integrar-se a um SIG para que este forneça ferramentas para atualizar e controlar informações com antecedência para assim possibilitar o controle no futuro. E ainda, os SIG podem ser usados em todas as atividades que compõem o transporte urbano de cargas, tais como entregas/coleta, roteirização, alocação de instalações, uso do solo, etc. (SILVA, 2019).

Conseqüentemente, esse presente trabalho fez uso do SIG chamado *TransCAD* com o fim de analisar e localizar os dados coletados. Esse *software* é projetado especificamente para uso dos profissionais de transporte para armazenar, exibir, gerenciar e analisar dados de transporte, combinando recursos de SIG e modelagem em uma única plataforma integrada. Ele pode ser usado para todos os modos de transporte, em qualquer escala ou nível de detalhe.

No capítulo subsequente será mostrada a metodologia adotada, a delimitação da região de estudo e o processo de coleta de dados.

3. METODOLOGIA

Neste capítulo será mostrada qual a classificação da pesquisa, o desenvolvimento da metodologia proposta, a delimitação da área de estudo e a coleta de dados.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Segundo Martins *et al.* (2014), essa pesquisa científica é classificada como aplicada quanto a sua natureza, descritiva quanto aos seus objetivos, quantitativa em relação à abordagem e se enquadra nos métodos modelagem e simulação.

Ela é aplicada porque tem interesse prático, deseja que seus resultados sejam aplicados na solução de problemas reais, nesse caso, pleiteia encontrar opções que forneçam melhorias ao transporte urbano de cargas em cidades de médio porte. É descritiva pois visa descrever as características do transporte de cargas na cidade estudada por meio da utilização de questionários e observação sistemática. É quantitativa por considerar fatores quantificáveis do transporte urbano de mercadorias, requerendo o uso de recursos e técnicas estatísticas. E finalmente, utiliza a modelagem e a simulação para demonstrar o funcionamento desse sistema por meio de modelos de geração de viagens.

3.2 DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA

A metodologia aqui desenvolvida foi baseada no guia *National Cooperative Freight Research Program – Report 33* (NCFRP 033) (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2015). Esse guia fornece um planejamento que identifica estratégias potenciais e soluções práticas para *stakeholders* públicos e privados a fim de otimizar o desempenho do sistema de movimentação de cargas.

O estudo dividiu-se em três estágios: caracterização, elaboração dos modelos de geração de viagens e determinação da localização de vagas de estacionamento de carga e descarga. Dentro de cada estágio, há várias etapas. Esses estágios e etapas estão descritos na Figura 2 abaixo.

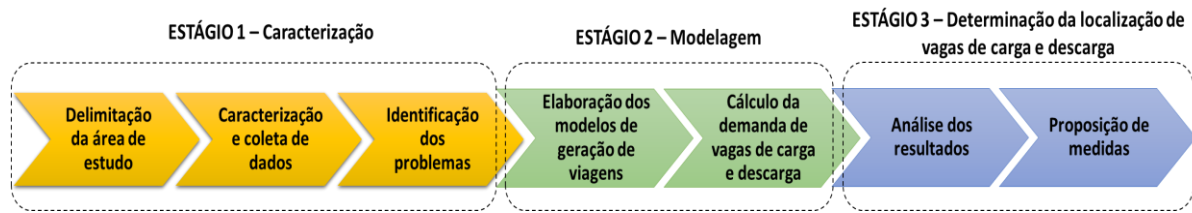


Figura 2 – Estágios e etapas da metodologia

3.3 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E COLETA DE DADOS

Essa pesquisa foi realizada no município de Itajubá, estado de Minas Gerais. Fundado em 1819, possui uma área territorial de 294.835 km² e uma população estimada de 96.869 pessoas (IBGE, 2019).

Para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a cidade média é aquela que possui população entre 100 e 500 mil habitantes (SILVA, 2013). Contudo, para Castello Branco (2007) as características definidoras das cidades médias brasileiras são: o tamanho populacional e econômico, o grau de urbanização e a qualidade de vida. Sendo assim, além de Itajubá possuir uma população muito próxima dos 100 mil habitantes, ela é o centro regional da Microrregião de Itajubá que engloba mais 12 municípios e é uma das 10 Microrregiões pertencentes à Mesorregião do Sul e Sudoeste de Minas. De acordo com o Censo 2010, o município possui o 4º maior IDH do estado de Minas Gerais (IBGE, 2010). Além disso, Itajubá é o um dos centros urbanos mais importantes da região sul de Minas Gerais, concentra e distribui bens e serviços para os municípios limítrofes, se destacando principalmente na indústria, comércio, educação e saúde.

Por fim, a cidade de Itajubá se assemelha em vários fatores à Juiz de Fora-MG, uma cidade média brasileira que foi tomada como base no estudo de Flora *et al.* (2019) que teve por objetivo analisar o transporte urbano de cargas em cidades médias brasileiras. Diante de todo o cenário previamente apresentado, este trabalho considera Itajubá como um município de médio porte e também satisfatório para demonstrar a realidade do TUC nas cidades médias brasileiras.

A Figura 3 mostra a localização geográfica de Itajubá no território brasileiro e a Figura 4 apresenta uma visão aérea da cidade.

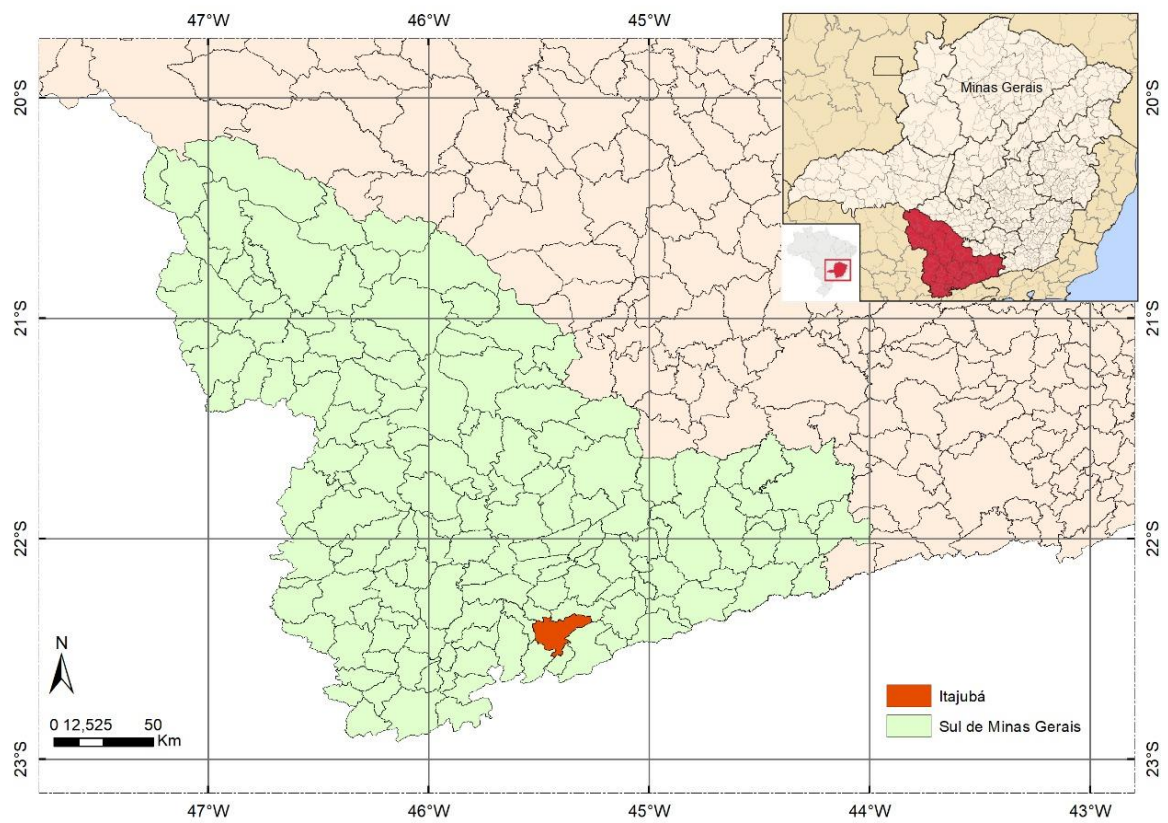


Figura 3 - Localização geográfica de Itajubá



Figura 4 - Vista aérea de Itajubá-MG

Fonte: *Google imagens*

Oliveira *et al.* (2018) argumentam que, devido ao inadequado (ou inexistente) planejamento urbano e de transportes, as cidades brasileiras enfrentam problemas de mobilidade urbana de cargas. Esses problemas são ainda mais relevantes para operadores logísticos e varejistas localizados em regiões de alta demanda. Geralmente, medidas restritivas são implementadas pelo poder público para limitar a circulação ou o estacionamento de veículos de carga e de passageiros em algumas áreas urbanas. Assim, a falta desse planejamento coloca impactos negativos no acesso de mercadorias em áreas urbanas. Em Itajubá-MG isso se verifica pois é uma cidade relativamente antiga, com mais de 200 anos de fundação. Isso fez com que não houvesse um planejamento sólido e sustentável de crescimento urbano, trazendo até os dias atuais falhas de infraestrutura e um alto número de vias estreitas, inclusive em seu centro urbano onde há o fluxo mais alto de veículos. Essa característica também se reflete em outros problemas, tais como o número crescente de veículos que transitam e uma possível falta de vagas de estacionamento para veículos de carga e descarga.

Em consequência disso, a prefeitura municipal criou, por meio do Decreto nº 6744, um sistema de estacionamento rotativo pago que possui a finalidade de racionalizar e universalizar o acesso às vagas de estacionamento, bem como descongestionar o trânsito de uma área específica denominada Zona Azul, composta por vias e logradouros públicos adensados (ITAJUBÁ, 2017). Essa área abrange, em sua maior parte, o centro da cidade e contém uma quantidade significativa de empresas varejistas dos mais variados segmentos que atrai viagens de carga e descarga para essa região. Além disso, também estão presentes outros setores como supermercados, escolas, serviços, etc. Os dias e horários em que vigora o estacionamento rotativo é de segunda-feira à sexta-feira das 08:00 às 18:00 e sábado das 08:00 às 13:00.

Todas as vias que pertencem à Zona Azul são devidamente sinalizadas por placas de sinalização local, iguais à exibida na Figura 5. Em todas essas vias há a presença de ambulantes credenciados pelo Departamento de Trânsito de Itajubá (DETRANIT) que fazem a venda de cartões onde é monitorado o tempo cujo um veículo está estacionado. Além disso, esse cartão também pode ser adquirido em

postos fixos credenciados do comércio local. O valor a ser cobrado por cada cartão de estacionamento é de R\$3,00 (três reais) e o tempo máximo de permanência do veículo na vaga utilizando esse cartão é de 1 (uma) hora. O condutor pode adquirir quantos cartões quiser.



Figura 5 - Placa de sinalização local da Zona Azul

Por estas razões, a região de Itajubá selecionada para esse estudo foi a região da Zona Azul, representada na Figura 6 pelas vias hachuradas em verde. Além disso, também foram selecionadas mais três vias adjacentes (hachuradas em vermelho na Figura 6) que não pertencem à Zona Azul, porém se ligam à mesma e também apresentam uma forte presença do setor varejista, o que as configura com as mesmas características das vias pertencentes à Zona Azul.



Figura 6 – Região de estudo

Após a delimitação da região de estudo, a próxima etapa foi determinar qual o tamanho da amostra para validação estatística. Para tal, foi empregada a Equação 3 extraída de Gil (2008).

$$n = \frac{\sigma^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2(N-1) + \sigma^2 \cdot p \cdot q} \quad (3)$$

Onde:

n = tamanho da amostra

σ^2 = nível de confiança escolhido, expresso em número de desvios-padrão

p = percentagem com a qual o fenômeno se verifica

q = percentagem complementar

N = tamanho da população

e^2 = erro máximo permitido

No total foram abordadas aleatoriamente 232 empresas, sendo que aproximadamente 86% (200 empresas) aceitaram em responder a entrevista,

enquanto 14% (32 empresas) não quiseram ou não puderam respondê-la, visto que responder ou não era optativo a cada estabelecimento abordado. Usando a Equação 3 e assumindo um nível de confiança de 95%, o tamanho da amostra definido é de 159 empresas. Sendo assim, as 200 empresas entrevistadas excedem em 41 questionários a verificação da amostra. E ainda, essas 200 empresas representam mais de 30% dos 664 estabelecimentos comerciais presentes na região de estudo. A Figura 7 demonstra a localização das 200 empresas.

Apesar dos problemas de entregas de mercadorias, como a falta de vagas de estacionamento para carga e descarga, serem sentidas primeiro pelos agentes de entrega (motoristas e ajudantes), esse trabalho focou nas opiniões e percepções dos receptores das mercadorias (varejistas). Segundo Browne *et al.* (2005), os varejistas mantêm um relacionamento próximo com motoristas e ajudantes de entrega e, por isso, eles possuem um conhecimento adequado a respeito dos problemas que esses agentes de entrega enfrentam. Todas as externalidades negativas causadas pela movimentação de cargas nos centros urbanos não atingem somente os transportadores, mas também os comerciantes. Os profissionais do varejo são raramente ouvidos e analisados, contudo são igualmente importantes quando comparados aos transportadores para a análise dos impactos do TUC na região de estudo (FURQUIM; VIEIRA; CARVALHO, 2016).

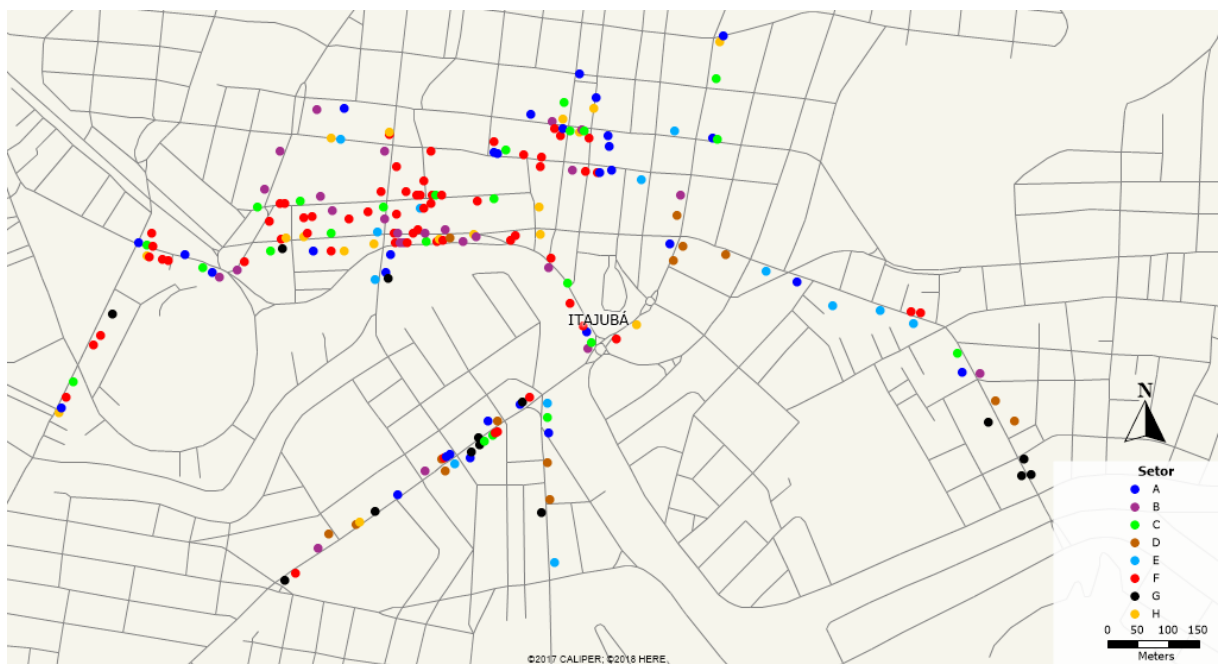


Figura 7 - Localização das empresas entrevistadas

Para a análise de dados, a amostra de empresas entrevistadas foi distribuída em setores, de acordo com o produto que comercializam, conforme consta na Tabela 3. Essa divisão em setores teve como base o guia NCFRP 033 (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2015).

Tabela 3 - Classificação das empresas (amostra)

Classificação	Setor	Quantidade	% em relação ao total
A	Alimentício (supermercados, restaurantes, lanchonetes, bares, sorveterias, suplementos alimentares e docerias)	35	17,5%
B	Eletrônicos, Informática e Presentes	23	11,5%
C	Farmácias, Perfumarias e Produtos de Limpeza	21	10,5%
D	Produtos Agropecuários, Construção Civil, Veterinária e Pet Shops	18	9,0%
E	Móveis, Decoração e Eletrodomésticos	13	6,5%
F	Vestuário, Calçados, Cama/Mesa/Banho e Armarinhos	62	31,0%
G	Peças Automotivas, Bicletarias, Equipamentos Industriais/Comerciais e Ferramentas	10	5,0%
H	Outros (Óticas, Papelarias, Livrarias, Brinquedos, Vidraçarias, etc.)	18	9,0%
TOTAL		200	100,0%

A técnica de coleta de dados utilizada foi a entrevista semiestruturada, onde foi utilizado um questionário criado a partir do guia NCFRP 033 (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2015). A pesquisa semiestruturada foi presencial e solicitou a permissão dos entrevistados, contendo perguntas abertas e fechadas previamente elaboradas que foram preenchidas com a assistência dos entrevistadores. Isso, segundo Martins *et al.* (2014), permite um grau de abertura e flexibilidade suficiente, favorecendo o dinamismo do processo e a espontaneidade e livre expressão do entrevistado. Esses dados foram coletados por dois integrantes do Laboratório de Logística, Transporte e Sustentabilidade (LogTranS), da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), sendo um deles o autor desse trabalho que foi quem, posteriormente, procedeu com as análises e resultados demonstrados adiante nesse estudo. É importante mencionar que esse trabalho tem como base os estudos de logística urbana desenvolvidos pelo *Rensselaer Polytechnic Institute* (RPI), principalmente o trabalho de Holguín-Veras *et*

al. (2015), que posteriormente foi adaptado para o cenário brasileiro por Silva (2019) e Silva *et al.* (2020), desenvolvido no LogTranS.

Entre as empresas entrevistadas, há supermercados, restaurantes, bares, lanchonetes, sorveterias, docerias, lojas de eletrônicos, de informática e presentes, farmácias, perfumarias, lojas de móveis, decoração e eletrodomésticos, produtos agropecuários, construção civil, veterinárias e *pet shops*, loja de roupas, calçados, armarinhos e cama/mesa/banho, bicicletarias, peças automotivas, loja de máquinas e ferramentas, óticas, papelarias, livrarias, loja de brinquedos, utilidades domésticas, vidraçarias, dentre outros.

A entrevista em cada empresa teve uma duração média de 20 minutos, e todas as entrevistas foram realizadas ao longo de 41 dias, entre as datas de 15/08/2018 a 03/10/2018, sendo que os dados coletados foram atualizados em julho de 2019. Na escolha das pessoas dos estabelecimentos para responder as entrevistas, optou-se sempre por aquelas que participam diretamente do processo de recebimento de mercadorias. Seus cargos nessas empresas se resumiram a proprietários, vendedores, estoquistas e gerentes, variando conforme cada estabelecimento. Os dados coletados por esse questionário compreendiam informações sobre o entrevistado, características da empresa e do recebimento de mercadorias, tipo de veículo de entrega, periodicidade, duração e tempo das entregas, quais os problemas enfrentados e o número médio de viagens. Esse questionário propriamente dito encontra-se como Apêndice I ao final desse trabalho.

O próximo capítulo traz uma caracterização das entregas de mercadorias nos estabelecimentos entrevistados, os principais problemas que esses estabelecimentos enfrentam, a elaboração e os resultados dos modelos de geração de viagens e o cálculo de vagas de carga e descarga necessárias.

4. MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS

Esse capítulo se estrutura da seguinte forma: a caracterização das entregas de mercadorias nas empresas entrevistadas; quais os principais problemas enfrentados pelos varejistas ao receberem essas mercadorias; a elaboração e os resultados dos modelos de geração de viagens e; o cálculo do número necessário de vagas de carga e descarga.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ENTREGAS DE MERCADORIAS

A Tabela 4 contém a classificação das empresas entrevistadas de acordo com o seu porte, o número total de funcionários e de entregas mensais. Na segunda coluna encontra-se o total de funcionários dessas empresas, enquanto na terceira coluna está a soma do número total de entregas mensais recebidas que cada estabelecimento recebe, segundo o porte do mesmo. A quarta coluna apresenta a relação de entregas por funcionário e, na última coluna, tem o total de microempresas e de empresas de pequeno, médio e grande porte.

Tabela 4 - Classificação das empresas por porte e entrega dos funcionários

Porte da empresa	Nº total de funcionários	Nº total de entregas mensais	Entregas/funcionários	Nº de empresas entrevistadas
Microempresa	544	1635	3,0	176
Pequeno	335	730	2,2	21
Médio	145	171	1,2	2
Grande	160	984	6,2	1
TOTAL	1184	3520	12,5	200

Pela Tabela 4, observa-se que, dentre as empresas entrevistadas, a grande maioria é composta de microempresas (88%), seguida das empresas de pequeno porte (10,5%), juntas elas geram a maior quantidade de empregos (74,2%). A empresa de grande porte é a que recebe mais entregas mensais por funcionários, porém ela é a única desse porte presente nesse estudo. Pelo tamanho da sua representação na região de estudo, as lojas menores são geradoras consideráveis de tráfego de mercadorias, o que é também evidenciado por Alho e Silva (2014) e

Cherrett *et al.* (2012). Quanto aos estabelecimentos maiores, eles recebem mais carga por entrega, mas não mais entregas por dia, como corroborado por Muñuzuri *et al.* (2010).

Conforme demonstrado previamente na Tabela 3, as empresas entrevistadas são classificadas da seguinte forma: setor A (supermercados, restaurantes, lanchonetes, bares, sorveterias, suplementos alimentares e docerias); setor B (eletrônicos, informática e presentes); setor C (farmácias, perfumarias e produtos de limpeza); setor D (produtos agropecuários, construção civil, veterinária e pet shops); setor E (móveis, decoração e eletrodomésticos); setor F (vestuário, calçados, cama/mesa/banho e armarinhos); setor G (peças automotivas, bicicletarias, equipamentos industriais/comerciais e ferramentas) e; setor H (Outros). Sendo assim, a Tabela 5 exhibe a classificação das empresas segundo o seu porte e o setor a que pertencem. As microempresas concentram-se principalmente no setor F. As pequenas empresas também se concentram mais no setor F, juntamente do setor C. Já as médias empresas se enquadram inteiramente nos setores F e E. Por fim, a única empresa de grande porte entrevistada pertence ao setor A.

Tabela 5 - Classificação das empresas por porte e setor

	A	B	C	D	E	F	G	H	TOTAL
Microempresa	16,0%	11,0%	8,0%	8,5%	5,5%	28,0%	4,0%	7,0%	88,0%
Pequeno porte	1,0%	0,5%	2,5%	0,5%	0,5%	2,5%	1,0%	2,0%	10,5%
Médio porte	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%	0,5%	0,0%	0,0%	1,0%
Grande porte	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%

As mercadorias são entregues nos estabelecimentos por alguns tipos de veículos de carga. Esses tipos e a frequência com que fazem as entregas estão descritos na Tabela 6. Dentre as 200 empresas entrevistadas, os veículos de carga mais utilizados são os de tipo 1 (*Pickups*, Vans e Caminhonetes) com 43% de frequência nas entregas. Em seguida vem o tipo 2, representado pelos Veículos Urbanos de Carga (VUC), com 35% das entregas. Logo após está o tipo 3, que são os veículos maiores como o *Truck*, correspondendo a 20% das entregas. Por último e em bem menor quantidade, estão os veículos do tipo 4 (Motocicletas, por exemplo) com apenas 2%.

Tabela 6 - Frequência de entregas por tipo de veículo de carga

Tipo de veículo de carga	Descrição	% de frequência das entregas
1	Pickup / Van / Caminhonete	43%
2	VUC	35%
3	Truck	20%
4	Outro / não sabe informar	2%

A Tabela 7 demonstra a frequência de entregas por setor. Nota-se que na maioria dos setores as entregas ocorrem principalmente de forma semanal. Tal fato também caracteriza um número maior de veículos de entrega circulando na região, o que impacta o trânsito da cidade. Porém, o mesmo não ocorre no setor E onde as entregas são majoritariamente mensais, isso porque as empresas desse setor recebem produtos de grande volume (móveis) e apresenta um sistema de reposição baseado na produção sob encomenda. Com o setor G também é diferente, as entregas são em sua maioria quinzenais pois é menor a rotatividade de vendas dos produtos comercializados por esses estabelecimentos.

Tabela 7 – Frequência das entregas por setor

	Diário	Semanal	Quinzenal	Mensal
A	14%	63%	23%	0%
B	11%	45%	16%	29%
C	30%	43%	11%	16%
D	6%	44%	41%	9%
E	9%	30%	17%	43%
F	5%	35%	28%	33%
G	23%	27%	36%	14%
H	22%	42%	19%	17%

Em relação à origem das mercadorias entregues às empresas, mais de 80% são provenientes dos estados de São Paulo (47%) e Minas Gerais (36%). Em seguida estão Santa Catarina (6%), Paraná (4%), Rio Grande do Sul (3%) e a soma de outros estados brasileiros (3%). Essa divisão consta na Figura 8.

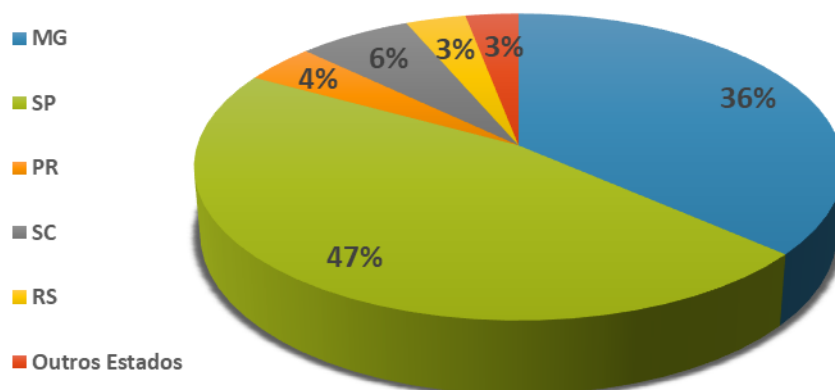


Figura 8 - Origem das entregas de mercadorias

Do estado de São Paulo, a maior parte das cargas é oriunda da capital para entregar, principalmente, nos estabelecimentos do setor F. Entretanto, também há cargas que se originam de outras cidades paulistas, principalmente de Campinas, Franca, Guarulhos e São José dos Campos. Já em Minas Gerais a maior parte das entregas procedem da própria cidade de Itajubá e cidades próximas, isso devido aos produtores rurais e regionais que comercializam seus produtos nos estabelecimentos do setor A do município. Mas também há mercadorias que vem de outras cidades mineiras, principalmente da capital Belo Horizonte, Contagem e Divinópolis.

A Figura 9 e a Tabela 8 mostram, respectivamente, a frequência dos dias da semana e os horários que as entregas de mercadorias são realizadas nas empresas entrevistadas. Observa-se que, mesmo não apresentando um padrão, a maior parte das entregas ocorrem de segunda à sexta-feira ao longo do horário comercial, seja no período da manhã (08:00 às 11:59) ou nos períodos da tarde e início da noite (12:00 às 15:59 e 16:00 às 19:59). Vale destacar que em todos os setores foi informado que há entregas aos sábados, isso porque nesse dia o comércio da cidade fica aberto normalmente até pouco após o almoço. Já aos domingos, não há entregas apenas nos setores E e G, e se destaca o setor A pois, nesse dia, muitos estabelecimentos (restaurantes, bares e lanchonetes) ficam abertos no almoço e/ou no período noturno e precisam de alimentos frescos para atender as suas demandas

desse dia. Outro fator importante é que 17 estabelecimentos entrevistados (8,5% do total) recebem mercadorias também em períodos noturnos (20:00 às 23:59 e 04:00 às 07:59), esses comerciantes apontaram que o intuito disso é evitar os horários mais movimentados e com menos vagas de carga e descarga disponíveis. Dentre esses 17 estabelecimentos, em 3 deles (todos do setor F) a entrega ocorre exclusivamente fora do horário de pico, sendo que os próprios proprietários buscam e trazem a carga com os seus carros particulares, não dependendo do serviço de transportadoras.

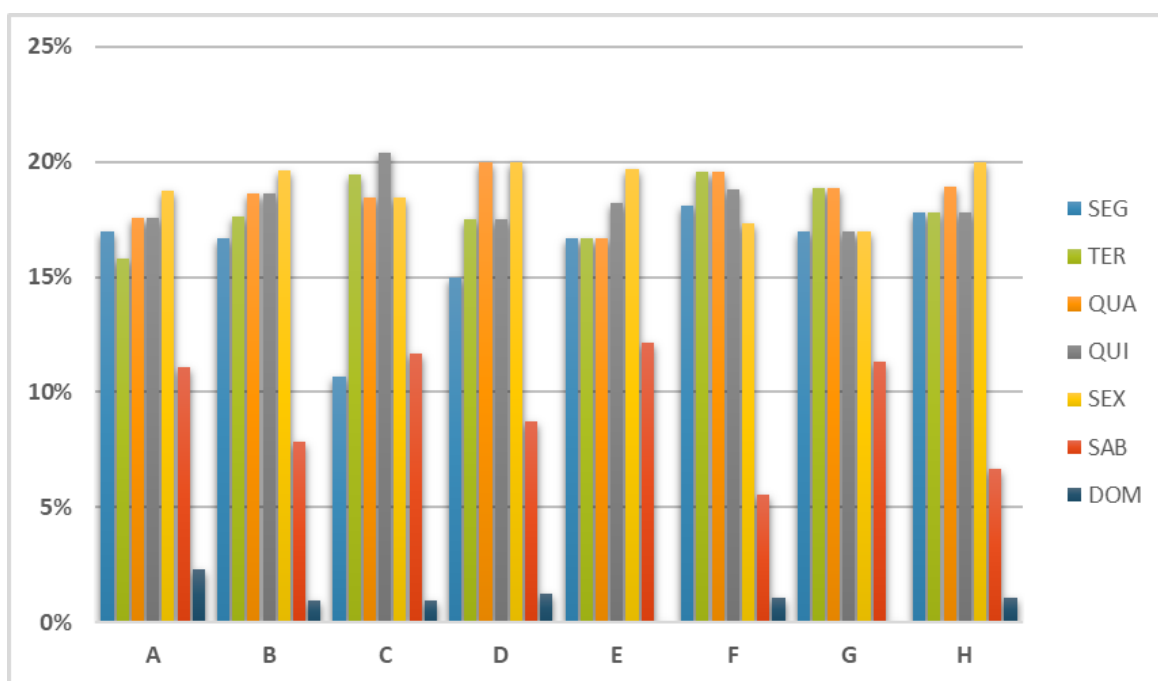


Figura 9 - Entregas por dias da semana

Tabela 8 - Horário das entregas

	00:00 - 03:59	04:00 - 07:59	08:00 - 11:59	12:00 - 15:59	16:00 - 19:59	20:00 - 23:59
A	0%	2%	33%	32%	29%	4%
B	0%	0%	33%	31%	30%	6%
C	0%	2%	24%	35%	35%	4%
D	0%	4%	31%	35%	27%	2%
E	0%	6%	37%	26%	29%	3%
F	0%	1%	36%	30%	29%	4%
G	0%	0%	37%	33%	30%	0%
H	0%	0%	35%	35%	30%	0%

Por fim, foi informado durante as entrevistas que, devido ao fato da maioria das entregas ocorrerem no horário comercial, os motoristas de veículos de carga acabam disputando vagas com os consumidores finais, ocasionando um aumento de tráfego e até perda de clientes, já que esses deixam de comprar por causa da falta de vagas para estacionar.

Todas as vagas destinadas para operações de carga e descarga são sinalizadas por placas como a da Figura 10. Contudo, outro problema recorrente que foi observado durante o processo de aplicação dos questionários é o não cumprimento por parte da população em relação à legislação das operações de carga e descarga. Por algumas vezes foram notados veículos de passageiros estacionados nas vagas de carga e descarga (como mostrado na Figura 11). Outras vezes foram flagrados, como apontado na Figura 12, carros particulares de proprietários de lojas ocupando em todo o horário comercial essas vagas específicas, impedindo que outros comerciantes nas proximidades tenham essa vaga livre para descarregar seus produtos. Também houve ocorrências de veículos de carga realizarem suas operações em locais proibidos como, por exemplo, em cima de ciclovias (Figura 13). Outra irregularidade é o fato de veículos de carga pararem em vagas de carros de passageiros porque não encontram vagas de carga e descarga disponíveis (Figura 14). Por fim, mais um caso inadequado é que dentro da região de estudo há vagas de estacionamento para carga e descarga sinalizadas bem na frente de quatro supermercados. Em uma entrevista concedida ao autor desse trabalho pelo diretor de trânsito do DETRANIT, foi confirmado que essas vagas específicas localizadas na frente desses supermercados são destinadas para atender a todos os estabelecimentos presentes nessas vias. Entretanto, foi notado que esses supermercados “reservam” tais vagas para benefício próprio (Figura 15), aproveitando-se disso para executar os seus carregamentos e descarregamentos e não permitindo que os outros comerciantes também usufruam delas. Com isso, são quatro vagas a menos para atender a muitos comerciantes que também necessitam delas.



Figura 10 - Placa de sinalização para operações de carga e descarga

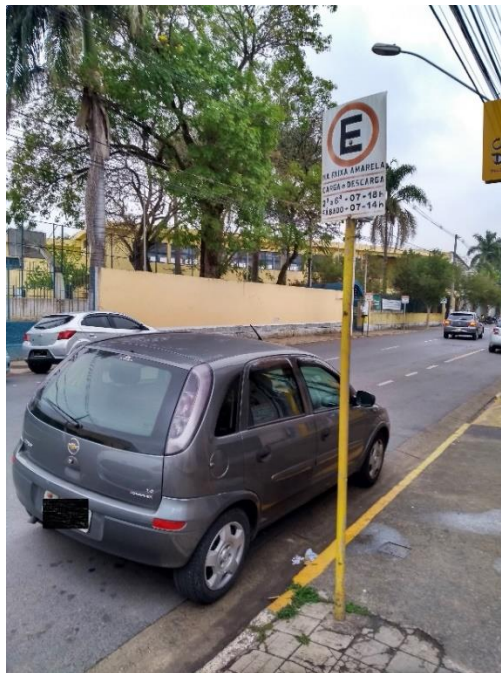


Figura 11 - Veículo de passageiros estacionado na vaga de carga e descarga



Figura 12 - Veículo particular de proprietário de loja estacionado indevidamente na vaga de carga e descarga



Figura 13 - Veículo de carga realizando operações em local proibido (em cima da ciclovia)



Figura 14 - Veículo de carga parado em vaga de carros de passageiros



Figura 15 - Supermercados “reservam” vagas de carga e descarga para benefício próprio

Com o propósito de acelerar o recebimento das mercadorias e não ser prejudicado por algum dos problemas das operações de carga e descarga, 11 empresas entrevistadas (5,5% do total), que abrangem todos os oito setores, utilizam

depósitos próprios e/ou estacionamentos particulares para receber ou carregar os seus produtos. Outro artifício utilizado, principalmente por comerciantes do setor F, é periodicamente irem até as cidades dos seus fornecedores e trazerem os seus produtos em seus carros particulares, evitando a contratação de caminhões de transportadoras.

4.2 PRINCIPAIS PROBLEMAS ENFRENTADOS PELOS ESTABELECIMENTOS NO RECEBIMENTO DE MERCADORIAS

Como parte do questionário aplicado nas empresas, foram levantados quais os principais problemas que elas alegam enfrentar ao receber mercadorias em seus estabelecimentos. Na Tabela 9 está a lista dos principais problemas apresentados aos entrevistados. As empresas podiam apontar mais de um problema e ainda indicar outro(s) que não estava(m) nessa lista por meio da opção número 6.

Tabela 9 - Principais problemas no recebimento de mercadorias

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

A Tabela 10 revela a porcentagem de cada problema, dividido pelos setores, indicado pelas empresas nas entrevistas.

Tabela 10 - Porcentagem dos problemas na carga e descarga (por setor)

	1	2	3	4	5	6
A	15%	9%	7%	9%	2%	7%
B	7%	7%	3%	2%	0%	1%
C	9%	8%	3%	6%	1%	0%
D	7%	7%	3%	4%	3%	1%
E	5%	5%	3%	3%	2%	2%
F	19%	14%	9%	8%	1%	2%
G	5%	5%	1%	2%	0%	2%
H	7%	4%	6%	5%	1%	2%
Total	73%	58%	35%	37%	8%	16%

O principal problema presente na região da pesquisa é a falta de vagas específicas para veículos destinados à carga e descarga. Em decorrência disso, aumenta-se o tempo gasto pelos motoristas para estacionarem e iniciarem as suas entregas. Aliado a isso, vale citar que é perceptível o desconhecimento por parte dos comerciantes (e segundo eles, também por parte dos motoristas dos caminhões de entrega) da existência e localização de algumas vagas específicas. Mesmo que esse fato foi notado na minoria dos entrevistados, isso agrava ainda mais a demora em encontrar vagas e o resultante atraso nas entregas. Associado a esse problema, há espaços inadequados para que os veículos de carga estacionem, fazendo com que várias vias e suas proximidades não tenham a vaga de carga e descarga que permita que o motorista estacione apropriadamente, causando estacionamentos irregulares.

A legislação e regulamentos inadequados e/ou insuficientemente voltados para esse âmbito é o terceiro problema mais apontado, e isso não acompanha o crescente número de veículos e o aumento do tráfego na região. Ruas muito estreitas também são um agravante em vários locais. Isso está relacionado à infraestrutura antiga do município, acarretando em dificuldades para motoristas transitarem, manobram e estacionarem os seus veículos, especialmente os maiores (trucks e VUCs).

Apenas 8% das empresas alegaram que há uma restrição do acesso de veículos de carga nas vias que estão presentes. Porém, no município de Itajubá não

há impedimento legal ao trânsito de veículos maiores no seu centro urbano (incluindo a Zona Azul), o que configura um desconhecimento por parte de alguns comerciantes nesse ponto. Em uma entrevista, por exemplo, uma vendedora de uma loja de móveis situada em uma das ruas mais estreitas do centro de Itajubá afirmou que, por várias vezes, os motoristas de caminhão que realizam entregas nessa loja tiveram dificuldades em manobrar nessa rua, interrompendo por um período o fluxo dos outros veículos que passavam por ali. Eles alegaram que não há sinalização que aponte a proibição de veículos grandes passarem por aquele local. Ademais, comerciantes de outros locais também apontaram sofrer do mesmo problema de veículos grandes transitando em ruas estreitas. Isso demonstra que o poder público não tem atuado a contento nessa questão para evitar tais transtornos na mobilidade.

Outros problemas e sugestões foram relatados pelas empresas:

- Há estabelecimentos que utilizam vagas de carga/descarga por muito tempo (até horas) em razão do seu alto volume de produtos;
- Alguns comerciantes aproveitam que as vagas de carga/descarga estão bem em frente às suas empresas e as utilizam indevidamente e por muito tempo;
- Mudanças significativas na sinalização de trânsito foram feitas pelo DETRANIT sem antes consultar os lojistas, principalmente na sinalização horizontal, causando alterações no fluxo de veículos e até mesmo a perda de vagas de estacionamento para carga e descarga. Um maior envolvimento dos lojistas poderia otimizar o funcionamento do sistema e evitar transtornos atuais na carga/descarga de mercadorias;
- A falta de vagas de carga/descarga provoca outros problemas, como: o estacionamento em locais inadequados e/ou distantes do ponto de entrega, um tempo maior de ocupação das vagas específicas e o atraso das entregas;
- Veículos com entregas de outros estabelecimentos estacionam sem permissão em vagas privativas de estabelecimentos terceiros;
- Muitos comerciantes não sabem a quem recorrer no poder público para reclamar dos problemas logísticos que enfrentam.

Somente 29 empresas (14,5%) relataram que não enfrentam nenhuma dificuldade no recebimento de seus produtos. Isso ocorre por causa dos seguintes motivos:

- Utilização de estacionamentos privativos/pagos para receber mercadorias;
- Baixa frequência de entregas (mensal ou superior), o que minimiza a percepção dos problemas que os motoristas enfrentam;
- Utilização de veículos pequenos (carros de passageiros) para buscar e trazer mercadorias;
- Recebimento de grande parte ou de toda a mercadoria via Correios, não dependendo de grandes veículos de transportadoras e;
- Existência de uma vaga sinalizada de carga e descarga bem em frente ao estabelecimento, utilizando-a inapropriadamente quase ou exclusivamente para si.

4.3 DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS DOS MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS

Uma vez que o principal problema apontado pelas empresas foi a escassez de locais adequados para a carga e descarga de mercadorias, é preciso que isso seja investigado. Para essa análise, os modelos de geração de viagens são importantes para mensurar qual o número diário de viagens atraídas pelos estabelecimentos comerciais da região de estudo e, assim, quantificar qual a oferta e demanda de vagas de carga/descarga nessa região.

Com a validação dos modelos, nas próximas seções são estimadas as viagens atraídas para todos os estabelecimentos da região investigada de Itajubá, utilizando o número de funcionários de cada estabelecimento como variável independente desses modelos. Em seguida, por meio dos mapas elaborados pelo SIG *TransCAD* e de planilhas *Excel*, são analisadas as viagens estimadas e calculada a demanda por vagas da região. Finalmente, é feita uma análise para prever quais os impactos decorrentes da ocupação das vagas de carga e descarga existentes na cidade, baseando-se na distância percorrida pelos motoristas ao realizarem suas entregas no comércio local.

4.3.1 ELABORAÇÃO DOS MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS

Com os dados obtidos nas 200 entrevistas, teve início o desenvolvimento dos modelos de geração de viagens. Para determinar qual a variável independente mais adequada se utilizar nesses modelos, é importante citar o estudo de Alves *et al.* (2018), onde os autores realizaram, utilizando um *software* estatístico, uma análise de correlação utilizando as seguintes variáveis independentes: área do estabelecimento, edificação e número de funcionários. A análise agrupou as variáveis testadas em grupos similares utilizando o seu grau de correlação. Como resultado, a variável que apresentou maior similaridade com o número de viagens geradas pelos estabelecimentos foi o número de funcionários.

Além disso, os autores também criaram modelos utilizando a área de cada estabelecimento e o número de funcionários, separados e em conjunto, a fim de comparação. A variável número de funcionários mostrou ter menor variabilidade estatística dentre os modelos desenvolvidos. Já a comparação entre as variáveis área do estabelecimento e o número de funcionários resultou em uma leve melhora no coeficiente de determinação dos modelos. Entretanto, como utilizar duas variáveis poderia elevar a complexidade da modelagem somado ao fato que as mesmas não fornecem uma melhora significativa do coeficiente de determinação dos modelos, os autores concluíram que usar apenas o número de funcionários traria um melhor resultado na elaboração dos modelos de geração de viagens. Chegaram a essa mesma conclusão os trabalhos de Holguín-Veras *et al.* (2011); (2013); (2016), Holguín-Veras e González-Calderón (2015) e Campagna *et al.* (2017). Esses autores citam que o número de funcionários, quando confrontado com outras variáveis, fornece modelos e resultados mais sólidos no nível do estabelecimento. Em consonância com isso, Ebias (2014) e Oliveira *et al.* (2016) afirmam que essa variável é de fácil obtenção, ao passo que os dados necessários para estimar modelos mais complexos e precisos não estão facilmente disponíveis, além de não oferecerem resultados significativamente melhores.

Apoiando-se em todas essas constatações, optou-se por utilizar o número de funcionários em tempo integral como variável independente na elaboração dos modelos de geração de viagens. É importante mencionar que no momento da quantificação dos funcionários de cada empresa, aqueles que possuem uma jornada

de trabalho parcial foram contabilizados como o equivalente a 0,45 funcionários em tempo integral, tal como Campbell *et al.* (2018).

Os modelos Lineares (Equação 1) e Logarítmicos Lineares (Equação 2), demonstrados no capítulo 2 sobre modelos de geração de viagens e apontados novamente abaixo, foram utilizados para estimar o Número de Viagens de Carga Geradas (NVCG) por cada estabelecimento, assumindo que cada entrega efetuada por um veículo equivale a uma viagem. Então, todas as entregas foram convertidas em entregas diárias com o aumento da frequência para um dia. Por exemplo, se um estabelecimento recebe uma entrega por semana, logo essa viagem equivale a 1/5 de uma viagem diária, admitindo que cada semana tenha 5 dias úteis.

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

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

Esses modelos foram processados estatisticamente utilizando o *software Stata*. Nas Tabelas 11 e 12, as linhas hachuradas expressam, para cada setor, os modelos lineares e logarítmicos mais adequados, respectivamente. Para cada modelo são apresentados os testes estatísticos (R^2 , teste-t e teste-F), e o nível de confiança estatístico usado foi de 95% em todos os modelos.

Tabela 11 - Modelos de geração de viagens lineares (viagens por dia)

Setor	α	t-stat	β	t-stat	R^2	Adj R^2	F-stat	# Obs
A	-	-	0,246	58,30	0,99	0,98	3398,68	35
B	-	-	0,072	4,95	0,52	0,50	24,50	23
C	-	-	0,063	1,98	0,16	0,12	3,91	21
D	-	-	0,090	5,15	0,60	0,58	26,57	18
E	-	-	0,015	2,09	0,26	0,20	4,37	13
F	-	-	0,065	0,00	0,92	0,92	807,94	62
G	-	-	0,143	4,16	0,65	0,62	17,33	10
H	-	-	0,063	4,36	0,52	0,50	19,01	18

Significância estatística a 5%

Tabela 12 - Modelos de geração de viagens logarítmicos (viagens por dia)

Setor	α	t-stat	β	t-stat	R^2	Adj R^2	F-stat	# Obs
A	-	-	2,713	4,62	0,38	0,36	21,31	35
B	-	-	0,295	4,91	0,52	0,50	24,13	23
C	-	-	0,427	2,86	0,29	0,25	8,19	21
D	-	-	0,298	4,55	0,54	0,52	20,71	18
E	-	-	0,169	2,60	0,36	0,30	6,75	13
F	-	-	0,445	6,85	0,43	0,42	46,95	62
G	-	-	0,536	3,01	0,50	0,44	9,09	10
H	-	-	0,457	5,62	0,65	0,63	31,56	18

Significância estatística a 5%

Observa-se que os setores A e F apresentaram um modelo linear com um coeficiente de determinação (R^2) de 0,99 e 0,92, respectivamente, o que significa uma forte correlação entre os dados. Por outro lado, nos modelos logarítmicos dos mesmos setores, o R^2 cai mais da metade. Já no caso dos setores B, D e G, seus modelos lineares também apresentam um R^2 mais alto do que os logarítmicos, dessa vez com uma correlação moderada (até 0,70), assim como aconteceu em alguns trabalhos da literatura (OLIVEIRA *et al.*, 2016; EBIAS, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2017b; SOUZA *et al.*, 2010). Em contrapartida, nos setores C, E e H os modelos logarítmicos mostraram melhores resultados, apresentando uma maior correlação entre os dados (maiores valores de R^2).

Portanto, para os setores A, B, D, F e G optou-se em utilizar os modelos lineares na estimação de viagens atraídas pelos seus estabelecimentos, enquanto que para os setores C, E e H foram utilizados os modelos logarítmicos.

4.3.2 RESULTADOS DOS MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS

Com os modelos de geração de viagens elaborados, foi possível estimar o número de viagens atraídas pela região de estudo. Para tanto, foi preciso ter a informação exata de quantos estabelecimentos varejistas dos setores em análise haviam na região de estudo, além do endereço e do número de funcionários de cada um deles. Em relação aos funcionários, esse dado já havia sido obtido para as 200 empresas onde foi aplicado o questionário. Contudo, como ainda havia muitos estabelecimentos da área estudada que não fizeram parte da amostra da pesquisa, ainda faltava obter a quantidade desses estabelecimentos restantes, além do endereço e o número de funcionários de cada um. Em relação à quantidade e ao

endereço das empresas, os dados foram obtidos em campo em levantamento feito pelo autor e outros pesquisadores do LogTranS diretamente nos estabelecimentos, em todas as vias da zona de estudo, levantando também qual o setor (A a H) de cada estabelecimento. Foram contabilizados 464 estabelecimentos que, somando aos 200 anteriormente entrevistados, resulta em um total de 664 estabelecimentos varejistas presentes na região de estudo. A quantidade total de estabelecimentos de cada setor na região estudada é apresentada na Tabela 13. Cabe salientar que estabelecimentos de serviço ou que não demandam o uso de vagas de carga/descarga (advocacias, clínicas, consultórios, igrejas, etc.) não foram considerados nessa contagem.

Tabela 13 - Classificação das empresas (total)

Classificação	Setor	Quantidade	% em relação ao total
A	Alimentício (supermercados, restaurantes, lanchonetes, bares, sorveterias, suplementos alimentares e docerias)	172	25,9%
B	Eletrônicos, Informática e Presentes	96	14,5%
C	Farmácias, Perfumarias e Produtos de Limpeza	47	7,1%
D	Produtos Agropecuários, Construção Civil, Veterinária e Pet Shops	29	4,4%
E	Móveis, Decoração e Eletrodomésticos	40	6,0%
F	Vestuário, Calçados, Cama/Mesa/Banho e Armarinhos	204	30,7%
G	Peças Automotivas, Bicletarias, Equipamentos Industriais/Comerciais e Ferramentas	18	2,7%
H	Outros (Óticas, Papelarias, Livrarias, Brinquedos, Vidraçarias, etc.)	58	8,7%
TOTAL		664	100,0%

Quanto ao número de funcionários, conforme já citado, teoricamente esse seria um dado mais fácil de se obter. Mas não foi exatamente o que se observou nessa pesquisa. Foram contatados presencialmente órgãos como a Prefeitura Municipal, Receita Federal, Ministério do Trabalho, Associação Comercial, Secretaria Municipal de Indústria e Comércio e a Câmara de Dirigentes Lojistas, sempre sem sucesso na obtenção desses dados. Sendo assim, devido à dificuldade de obtê-los, optou-se em estimar estatisticamente o número de funcionários das empresas não entrevistadas. Esses dados foram estimados assumindo uma distribuição triangular.

De acordo com Bhattacharjee *et al.* (2017), a distribuição triangular é bastante prática pois os valores máximo e mínimo e o resultado mais provável podem ser estimados, mesmo que a média e o desvio padrão não sejam conhecidos. Ainda segundo o autor, essa distribuição é uma função de densidade de probabilidade contínua como um triângulo. A distribuição de probabilidade e as probabilidades cumulativas são completamente determinadas a partir das estimativas mínimo, máximo e moda. Já Rojas (2017) afirma que a distribuição triangular é conhecida por ser útil quando uma distribuição não pode ser determinada porque os dados são difíceis de se obter ou caros de coletar. Nos últimos 10 anos, houve um interesse renovado na distribuição triangular, onde estudos o utilizaram, por exemplo, na aplicação em avaliação de riscos relacionados ao tráfego, em redes de comunicação inteligentes de aplicativos, na estimativa de densidades limitadas e côncavas e na derivação de algoritmos de minimização-maximização (NGUYEN e MCLACHLAN, 2017).

Desse modo, tomando-se o número de funcionários coletado nas entrevistas da amostra, foram organizados os valores mínimos, máximos e a moda dos oito setores de classificação das empresas. Baseando-se em Bhattacharjee *et al.* (2017), devido ao limite superior e inferior definidos da distribuição triangular, valores extremos indesejados podem ser evitados. Então, por meio do *software* estatístico *Minitab* 19 (www.minitab.com), foi realizado um teste de *outliers* a fim de desconsiderar os números máximos de funcionários que diferem significativamente das outras observações, buscando posteriormente gerar dados mais plausíveis com a distribuição triangular. Após esse teste, os dados obtidos estão descritos na Tabela 14.

Tabela 14 – Ajuste do mínimo, máximo e moda de funcionários para cada setor

Setor	Mínimo	Máximo	Moda
A	1	18	1 e 3
B	1	9	3
C	1	15	3
D	1	10	1
E	1	8	1
F	1	18	2
G	1	10	4
H	1	12	2

Com esses dados ajustados, novamente com o auxílio do *Minitab* 19 e assumindo uma distribuição triangular, foi possível estimar o número de funcionários de todos os 464 estabelecimentos restantes, obtendo finalmente o valor dessa variável independente para todos os 664 estabelecimentos da área estudada. Esses dados foram introduzidos nos modelos de geração de viagens, calculando o número de viagens (recebimento) atraídas diariamente por cada empresa, para cada grupo econômico.

Em seguida, as coordenadas geográficas e as viagens atraídas de cada empresa foram georreferenciados no *TransCAD* 8 (www.caliper.com) e agregadas para a divisão espacial por um *Grid* com células de dimensão de 900 m² (30m x 30m) cada uma, o que propiciará uma melhor visualização e interpretação dos dados em modelagens posteriores desse trabalho. A localização das empresas na Zona Azul de Itajubá é apresentada na Figura 16. A Tabela 15, traz o número de viagens geradas (atraídas), divididas pelos setores econômicos.

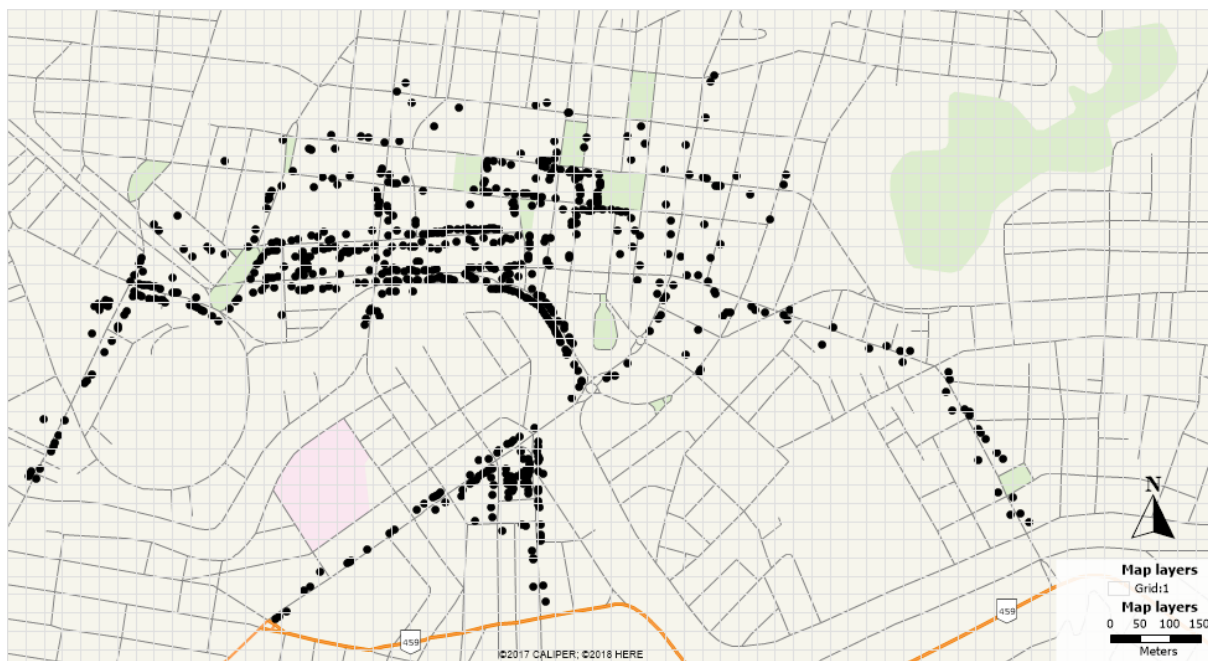


Figura 16 - Localização das empresas

Tabela 15 - Número de viagens geradas por dia

Setor	Total de viagens geradas	% do total de viagens
A	321,4	59,7%
B	28,5	5,3%
C	32,8	6,1%
D	10,5	1,9%
E	7,3	1,4%
F	87,7	16,3%
G	13,5	2,5%
H	36,9	6,9%
TOTAL	538,6	100,0%

Como mostrado, a região atrai por volta de 539 viagens diárias, e o setor A é o responsável pela maior parte dessas viagens (59,7%). São, principalmente, restaurantes, bares, lanchonetes e padarias que demandam diariamente produtos frescos e, em sua maior parte, perecíveis. Essa alta representatividade é reflexo da constante mudança de hábito da população que, em razão de suas diversas atribuições diárias, passou a se alimentar fora de casa com mais frequência.

O setor F é o segundo que mais atrai viagens, e uma grande razão para isso é a sua predominância geral na área em análise, como mostrado anteriormente na Tabela 13 (30,7% do total de estabelecimentos). Adicionalmente, várias empresas entrevistadas desse setor, especialmente as de vestuário, declararam que

regularmente utilizam carros particulares para buscar e trazer mercadorias para os seus estabelecimentos (a grande maioria em São Paulo-SP), mantendo menos estoques e não utilizando grandes veículos de transportadoras, contribuindo portanto para a sua grande parcela de viagens atraídas.

As Figuras 17 e 18 ilustram, respectivamente, um mapa de densidade das entregas na região e um mapa 3D dessas entregas, baseando-se no somatório das viagens geradas. O mapa de densidade é uma forma de visualizar e analisar pontos e seus dados, transformando-os em um *Grid* onde, para cada célula do *Grid*, é atribuído um valor que é determinado pela densidade dos pontos mais próximos.

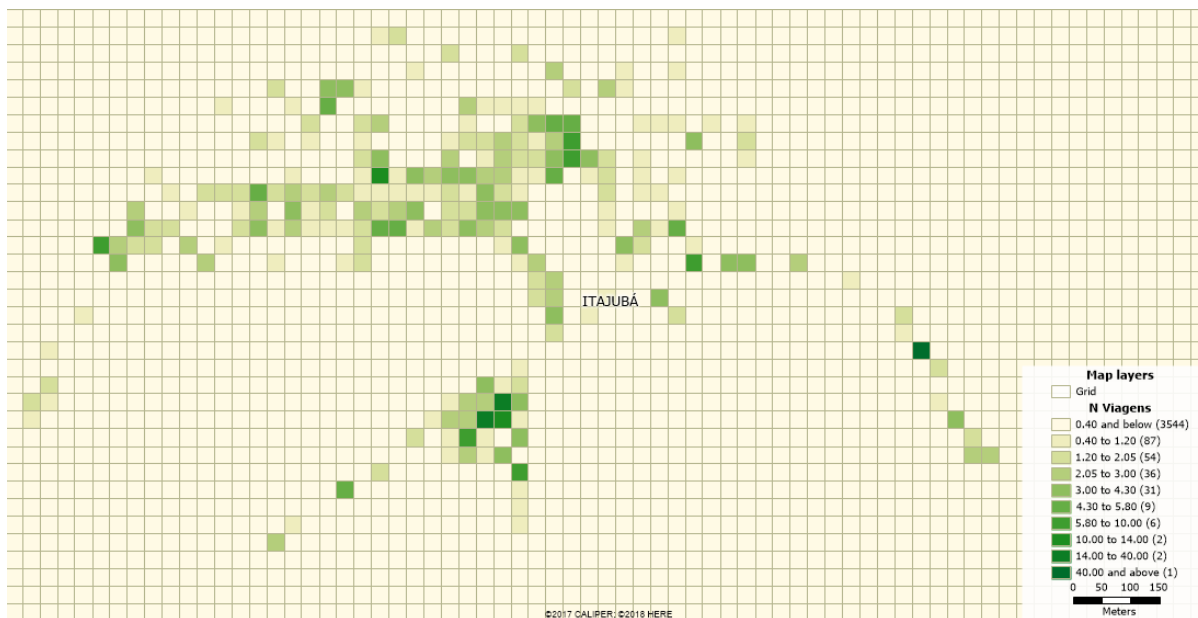


Figura 17 – Distribuição espacial das viagens na região

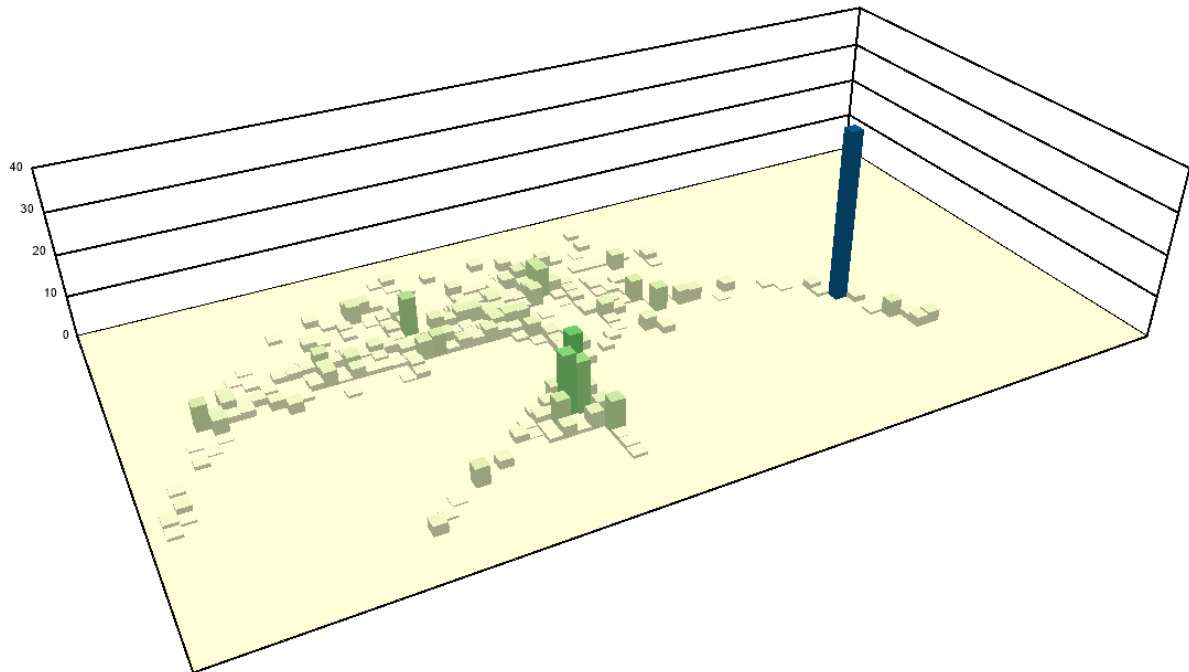


Figura 18 - Visualização 3D da distribuição espacial das viagens na região

A área que mais recebe viagens é o centro da cidade, localizada na parte superior central do mapa. É aí que está a maior concentração dos estabelecimentos, principalmente dos setores A e F. Também é justamente nessa área onde, durante as entrevistas, houveram mais relatos das empresas em relação a problemas nas entregas. Adicionalmente, nessa área é onde se concentra o maior número de vias antigas e estreitas da Zona Azul.

Especialmente por meio do mapa 3D, é possível ver à direita, em um único ponto, um alto número de viagens. Isso se deve à única empresa de grande porte pertencente à amostra. Trata-se de um grande supermercado que recebe, em média, 40 veículos diários de mercadorias. Esse supermercado não possui um espaço privativo para carga e descarga, utilizando para esse fim as vias públicas das proximidades e também o único ponto de carga e descarga disponível nessa rua. Em função disso, elevam-se os problemas de transporte de cargas a todo o comércio dessa região.

4.3.3 CÁLCULO DO NÚMERO NECESSÁRIO DE VAGAS PARA CARGA E DESCARGA

Como demonstrado na Tabela 15, a construção dos modelos de geração de viagens indicou que a região em estudo atrai o número total de 538,64 viagens diárias (esse valor não é arredondado pois ele influencia nas necessidades de estacionamento). Assim, a necessidade por vagas de estacionamento de carga e descarga na região analisada foi estimada levando em conta o total de viagens atraídas pela região, assim como em Jaller *et al.* (2013). Para tanto, foi considerada a porcentagem de entregas que ocorrem em cada faixa de horário do dia, para cada tipo de veículo, obtida nas entrevistas aplicadas. Essa porcentagem consta na Tabela 16.

Tabela 16 – Porcentagem de entregas por faixa de horário e tipo de veículo

	00:00 - 03:59	04:00 - 07:59	08:00 - 11:59	12:00 - 15:59	16:00 - 19:59	20:00 - 23:59
Pickup / Van / Caminhonete	0,0%	0,5%	14,2%	13,8%	12,9%	1,3%
VUC	0,0%	0,8%	11,6%	11,2%	10,5%	1,1%
Truck	0,0%	0,8%	6,6%	6,4%	6,0%	0,6%
Outro / não sabe informar	0,0%	0,0%	0,7%	0,6%	0,6%	0,1%
Total	0,0%	2,0%	33,0%	32,0%	30,0%	3,0%

Durante a coleta de dados, além dos questionários aplicados aos varejistas, ocorreram também algumas entrevistas informais com alguns motoristas dos veículos de entrega, tomados ao acaso e à medida que estivessem disponíveis enquanto entregavam as suas mercadorias. Com base nessas entrevistas (e também em entrevistas com varejistas), foi estimado que, em média, os veículos de carga de pequeno porte (*pickup/van/caminhonete*), os de médio porte (VUC) e os de grande porte (*truck*), ocupam a vaga de estacionamento por um período de 0,5; 1,25 e 2 horas durante o período de entrega, respectivamente. É importante mencionar que nesse período inclui-se todo o processo da realização da entrega, ou seja, o descarregamento, caminhar até cliente de entrega, efetuar a entrega, caminhar de volta ao veículo e carregar o veículo para sair (quando for o caso).

Logo, para verificar os impactos das mudanças na duração do estacionamento dos veículos, considerou-se também, além do contexto real com seus valores base médios de 0,5; 1,25 e 2 horas, dois contextos adicionais tal como ocorre em Campbell *et al.* (2018). No cenário ‘mínimo’, as durações dos estacionamentos

são fixadas nos menores valores práticos: 0,25; 0,625 e 1 hora. Já no cenário máximo, essas durações são consideradas como 1; 2,5 e 4 horas.

Como explicitado previamente na Tabela 16, a faixa de horário mais crítica de número de entregas é na parte da manhã (08:00 às 11:59). Em decorrência disso, na Tabela 17 é evidenciado o número de vagas/hora justamente nesse período da manhã. O cálculo dessa demanda de vagas/hora foi efetuado da seguinte maneira: multiplicou-se o número de viagens de cada período do dia (segunda coluna) pela porcentagem total de viagens por hora (terceira coluna, considerando que há um total de 4 horas em cada faixa de horário), obtendo então o número de veículos que podem chegar na região a cada hora do dia (quarta coluna). Em seguida, o número de veículos/hora é multiplicado pelos tempos médios apontados e obtém-se assim a demanda de vagas/hora na região, para cada tipo de veículo.

Tabela 17 - Total de viagens por faixa de horário e demanda total de estacionamento

Horário	Viagens/ dia	% do total de viagens/ hora	Veículos / hora	Mínimo		Real		Máximo	
				Tempo de estacion amento	Vagas / hora	Tempo de estacion amento	Vagas/ hora	Tempo de estacion amento	Vagas/ hora
08:00-11:59	177,75	8,25%	14,66	0,25	3,67	0,5	7,33	1,0	14,66
				0,625	9,17	1,25	18,33	2,5	36,66
				1,0	14,66	2,0	29,33	4,0	58,66
12:00-15:59	172,36	8,00%	13,79	0,25	3,45	0,5	6,89	1,0	13,79
				0,625	8,62	1,25	17,24	2,5	34,47
				1,0	13,79	2,0	27,58	4,0	55,16
16:00-19:59	161,59	7,50%	12,12	0,25	3,03	0,5	6,06	1,0	12,12
				0,625	7,57	1,25	15,15	2,5	30,30
				1,0	12,12	2,0	24,24	4,0	48,48
Noturno	26,93	1,25%	0,18	0,25	0,04	0,5	0,09	1,0	0,18
				0,625	0,11	1,25	0,22	2,5	0,44
				1,0	0,18	2,0	0,35	4,0	0,70
Total	538,64			Quantidade de vagas necessárias				55	

Após esses dados, constatou-se na Tabela 17 que o número mínimo de vagas de carga e descarga deve ser 55. Para chegar à essa conclusão, foi considerado o Princípio de Cobertura Máxima mostrado por Loureiro *et al.* (2012), que para atender uma demanda crítica, deve-se instaurar as vagas de estacionamento

conforme a demanda máxima de veículos de entrega que chegam nos períodos do dia em uma região específica. Esses resultados evidenciam que a necessidade por vagas de carga e descarga é diretamente proporcional à duração média de ocupação das vagas. Em outras palavras, quanto maior o tempo de estacionamento, mais vagas são necessárias. Essa constatação exerce uma forte relação na localização e alocação de vagas de estacionamento em cenários urbanos. Isso porque o tempo de estacionamento é influenciado pelo tempo de caminhada que o motorista leva do seu veículo até o local de entrega e vice-versa (CAMPBELL *et al.*, 2018). Com isso pode-se concluir que, quanto menor a distância entre o veículo e o estabelecimento, menor a duração do estacionamento e também a demanda por vagas de carga e descarga.

Tomando como base a quantidade necessária de vagas calculada, é válido citar que a oferta de vagas de carga e descarga oferecida na região de estudo é imprópria. A região dispõe, atualmente, de 19 vagas de carga e descarga e possui uma demanda de 55 vagas/hora em horários de pico como o da manhã, ou seja, faltam 36 vagas para cumprir a demanda total. Conseqüentemente, essa falta acarreta em alguns problemas apontados nas entrevistas, tais como o estacionamento irregular (local proibido, em faixa dupla ou distante do ponto de entrega), mobilidade conturbada de pedestres e veículos e a obstrução e congestionamento do trânsito.

Para melhor visualização desse cenário, na Figura 19 é apresentada a disposição da demanda de vagas/hora na região, sendo que os locais destacados em azul escuro e nomeados pelas letras de A a V são aqueles que possuem uma maior necessidade de vagas para carga e descarga. Enquanto isso, os locais de cor verde claro e enumerados de 1 a 19 indicam as vagas de estacionamento para carga e descarga que estão atualmente disponíveis na região, com exceção dos locais 1, 5, 13, 15 e 19 onde a demanda de vagas excede a oferta. A Figura 20, por sua vez, retrata a necessidade de vagas para carga e descarga na área pesquisada, sendo que a necessidade é igual à oferta subtraída da demanda.

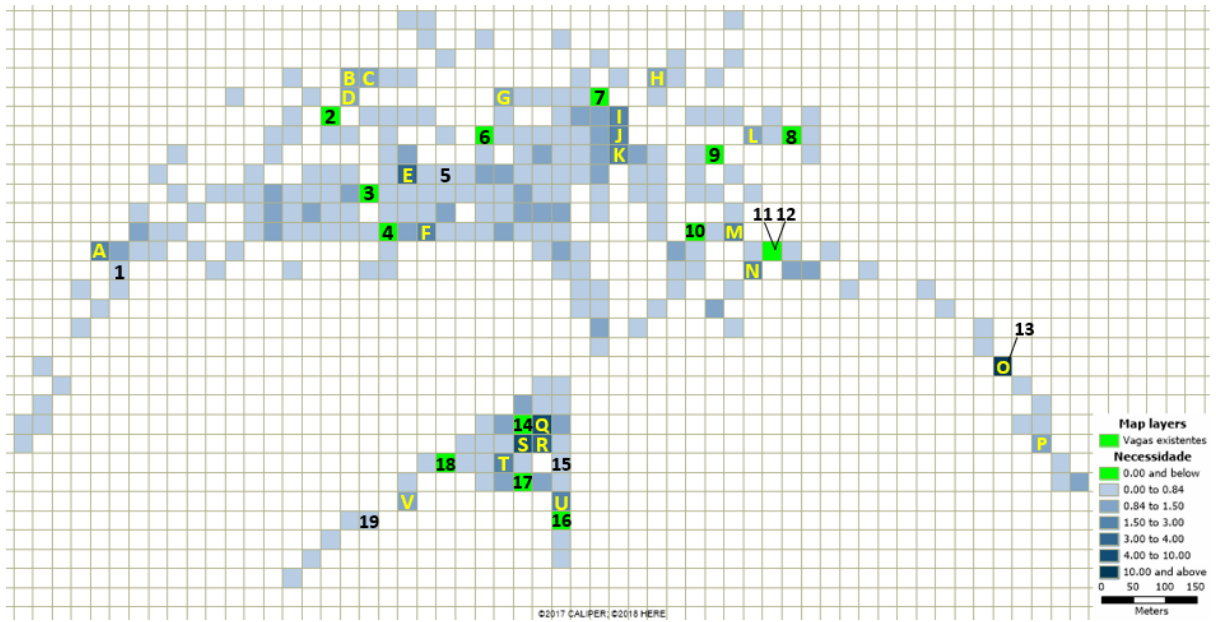


Figura 19 - Necessidade de vagas para carga e descarga

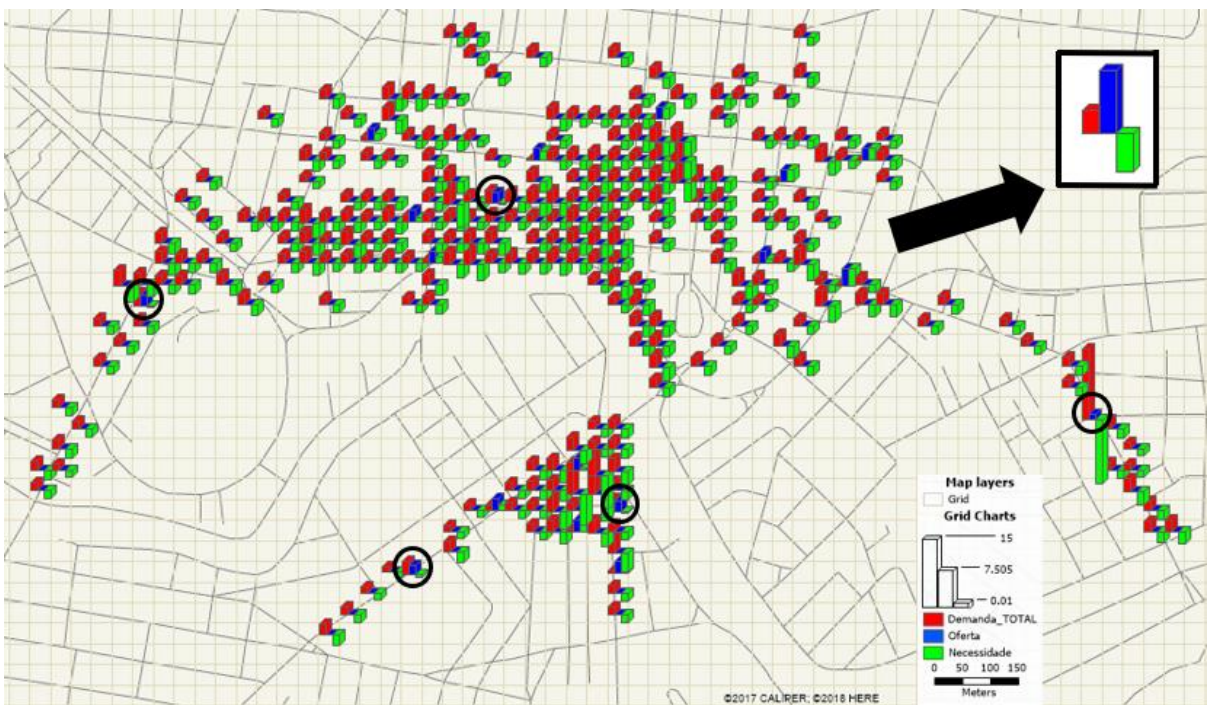


Figura 20 - Demanda x Oferta x Necessidade

Na Figura 20, as cinco vagas de carga/descarga cuja demanda é maior do que a oferta (1, 5, 13, 15, 19) estão circuladas em preto. Já em relação aos pontos em verde da Figura 19, eles indicam as vagas de carga e descarga disponíveis na região de estudo, ou seja, nesses pontos a oferta de vagas excede a sua demanda, segundo

a divisão espacial localizada nesse estudo. É importante ressaltar que as vagas 11 e 12 são muito próximas e, por isso, ocupam uma mesma célula do *Grid* proposto.

A diferença entre oferta e demanda de ponto é reproduzida por barras azuis (oferta), vermelhas (demanda) e verdes (oferta subtraída da demanda). Um exemplo dessas barras está aumentado e destacado no canto superior direito da Figura 20. O desequilíbrio existente entre oferta e demanda em vários pontos ocorre devido a fatores como, por exemplo, grandes distâncias entre as vagas de carga e descarga e os pontos com maior necessidade (demanda) de entregas. Durante as entrevistas realizadas, o maior problema relatado pelos varejistas foi a falta de vagas de carga e descarga para veículos (como mostrado anteriormente na Tabela 10). Adicionalmente, muitos entrevistados também alegaram que as vagas que existem estão distantes de áreas que possuem uma alta concentração de entregas. Esses problemas fazem com que as atuais 19 vagas de carga e descarga não satisfaçam a demanda de todos os estabelecimentos comerciais, havendo a necessidade de implantação de novas vagas na região.

Para analisar o impacto causado pela distância entre as 19 vagas de carga e descarga da região e os locais de maior concentração de entregas (nomeados de A a V), foi realizada uma simulação considerando a distância dessas vagas até os pontos de maior necessidade mais próximos que cada vaga poderia suprir. Para tanto, foi considerado o tempo de caminhada realizado pelos motoristas nesses trajetos. A área coberta por cada uma das 19 vagas de carga/descarga e os respectivos pontos de maior necessidade são mostrados na Figura 21.

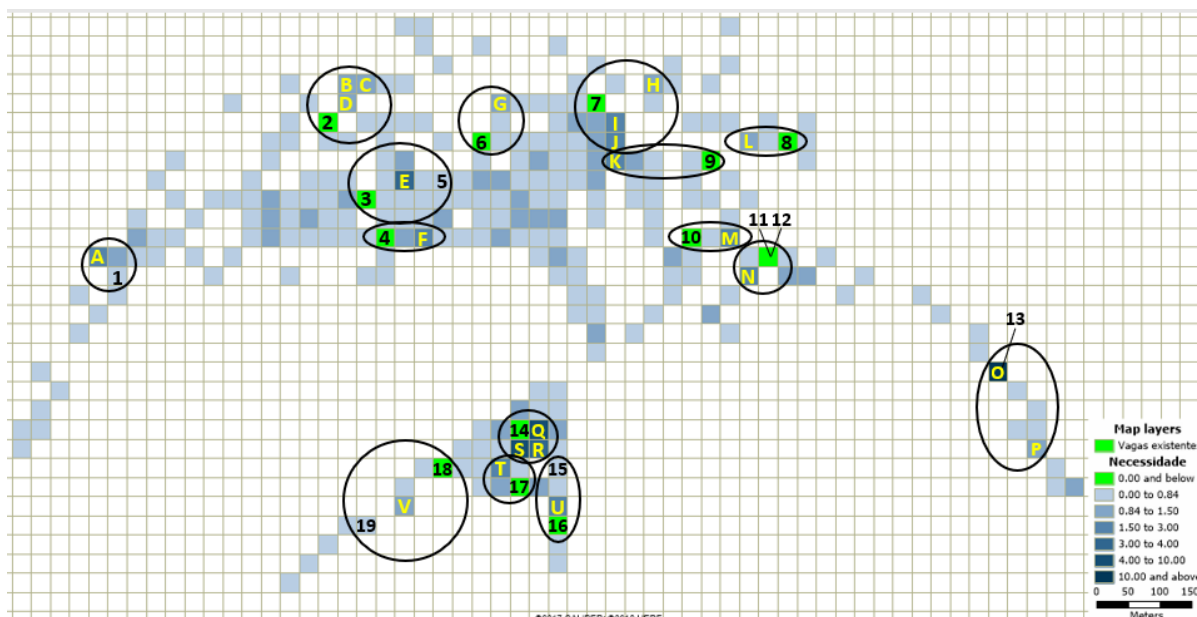


Figura 21 - Área coberta por cada vaga de carga e descarga existente

Em relação à Figura 21, alguns pontos devem ser destacados. Primeiramente, a vaga 1, por estar sobrecarregada (demanda maior do que a oferta), tem dificuldades em atender toda a demanda do ponto A. Sobre a vaga 3, sua área de cobertura também engloba a vaga 5 pois, como essa última está sobrecarregada, a vaga 3 poderia “auxiliá-la” a atender essa região, principalmente o ponto E onde a demanda de entregas é maior. Já as vagas 11 e 12, como estão muito próximas, atendem juntas ao ponto N. A vaga 13 está sobrecarregada e não possui uma vaga próxima que a auxilie, além de ter que atender ao ponto P. Um exemplo prático dessa situação é que o motorista, ao chegar nessa área, poderia ter dificuldade em encontrar a vaga 13 livre para estacionar e assim provocar irregularidades como estacionar em local proibido ou em fila dupla, por exemplo. Ele ainda pode ter de caminhar grandes distâncias para realizar entregas em locais próximos ao ponto P. Os pares de vagas 15/16 e 18/19 seguem a mesma ideia que o par 3/5, isso é, a 15 é auxiliada pela 16 para atenderem juntas ao ponto U, enquanto a 19 é auxiliada pela 18 para atenderem ao ponto V.

Para calcular o tempo de ocupação das vagas pelos veículos *Pickup/Van/Caminhonete*, *VUC* e *Truck*, o tempo de caminhada do motorista partindo da vaga que ele estacionou até os estabelecimentos de entrega foi calculado utilizando a distância entre as vagas existentes e os pontos com maior necessidade

de entregas. Assim como em Campbell *et al.* (2018) e Silva (2019), considerou-se a velocidade de deslocamento de caminhada do motorista como 1,4 metros/segundo, o que posteriormente foi convertido em minutos. Se em um trajeto o motorista cruzar interseções (esquinas/cruzamentos), adiciona-se o tempo de espera de um minuto para cada interseção. Tomando como base Holguín-Veras *et al.* (2014b), o tempo de preparação no veículo (carregamento, descarregamento/embalagem) e o tempo necessário para efetuar uma entrega têm a duração de 10 minutos cada. A Tabela 18 mostra essa simulação e seus resultados.

Na primeira coluna da Tabela 18 (Vaga) estão as 19 vagas de carga e descarga existentes, e na segunda coluna (Local) estão os pontos com maiores necessidades de vagas cujas vagas existentes atendem. Já a terceira e a quarta coluna (Distância e Nº de interseções, respectivamente), contém a distância entre cada vaga existente e o(s) ponto(s) de maior necessidade que ela atende, além do número de interseções que o motorista cruza caminhando para fazer as entregas nesses pontos. A quinta coluna (Tempo de Caminhada) é justamente o tempo que os motoristas levam da vaga até o local com maior concentração de entregas. Esse cálculo representa a distância dividida pela velocidade de deslocamento (1,4 m/s) somado ao tempo para cruzar interseções (um minuto cada, caso ocorra) e também aos tempos de preparação no veículo e de entrega (20 minutos). Já as colunas subsequentes exibem, divididas para cada tipo de veículo, o tempo de ocupação da vaga ao entregar nos pontos de maior concentração e o decorrente aumento (em porcentagem) de tempo de ocupação da vaga acarretado pela caminhada do motorista até realizar essas entregas. Esse tempo de ocupação da vaga é a soma do tempo de caminhada com o período médio de todo o processo de entrega que cada tipo de veículo demanda (30 minutos para *Pickup/Van/Caminhonete*, 75 minutos para *VUC* e 120 minutos para *Truck*), como foi mencionado anteriormente e apurado com alguns motoristas de transportadoras durante a coleta de dados.

Tabela 18 - Simulação do tempo de ocupação das vagas de carga e descarga

Vaga	Local	Distância (metros)	Nº de intercessões	Tempo de caminhada (min)	Ocupação da vaga Pickup/Van/Caminhonete (min)	% aumento	Ocupação da vaga VUC (min)	% aumento	Ocupação da vaga Truck (min)	% aumento
1	A	34,03	0	20,41	50,41	68,02	95,41	27,21	140,41	17,00
	B	73,39	1	21,87	51,87	72,91	96,87	29,16	141,87	18,23
2	C	87,38	1	22,04	52,04	73,47	97,04	29,39	142,04	18,37
	D	46,78	0	20,56	50,56	68,52	95,56	27,41	140,56	17,13
3	E	61,22	1	21,73	51,73	72,43	96,73	28,97	141,73	18,11
4	F	65,82	1	21,78	51,78	72,61	96,78	29,04	141,78	18,15
5	E	63,38	1	21,75	51,75	72,52	96,75	29,01	141,75	18,13
6	G	69,40	1	21,83	51,83	72,75	96,83	29,10	141,83	18,19
	H	112,11	1	22,33	52,33	74,45	97,33	29,78	142,33	18,61
7	I	46,17	1	21,55	51,55	71,83	96,55	28,73	141,55	17,96
	J	61,19	1	21,73	51,73	72,43	96,73	28,97	141,73	18,11
8	L	68,71	1	21,82	51,82	72,73	96,82	29,09	141,82	18,18
9	K	136,59	1	22,63	52,63	75,42	97,63	30,17	142,63	18,86
10	M	57,78	1	21,69	51,69	72,29	96,69	28,92	141,69	18,07
11	N	48,49	1	21,58	51,58	71,92	96,58	28,77	141,58	17,98
12	N	54,76	1	21,65	51,65	72,17	96,65	28,87	141,65	18,04
13	P	129,64	1	22,54	52,54	75,14	97,54	30,06	142,54	18,79
	Q	45,02	0	20,54	50,54	68,45	95,54	27,38	140,54	17,11
14	R	54,07	0	20,64	50,64	68,81	95,64	27,52	140,64	17,20
	S	33,23	0	20,40	50,40	67,99	95,40	27,19	140,40	17,00
15	U	75,46	1	21,90	51,90	72,99	96,90	29,20	141,90	18,25
16	U	21,84	0	20,26	50,26	67,53	95,26	27,01	140,26	16,88
17	T	21,59	0	20,26	50,26	67,52	95,26	27,01	140,26	16,88
18	V	85,83	1	22,02	52,02	73,41	97,02	29,36	142,02	18,35
19	V	77,71	0	20,93	50,93	69,75	95,93	27,90	140,93	17,44

Os resultados demonstrados na Tabela 18 apontam que a distância de caminhada das vagas de carga/descarga até os pontos com maior demanda de entregas também desempenha um grande controle sob o tempo de ocupação das vagas existentes na região. Em outras palavras, quanto maior o trajeto de caminhada, maior o tempo de ocupação da vaga e, conseqüentemente, maior o tempo necessário para realizar a entrega. A Tabela 18 demonstra ainda que o aumento de ocupação das vagas pode atingir até 75,42% no caso dos veículos menores (*Pickup/Van/Caminhonete*), 30,17% para os veículos médios (*VUC*) e 18,86% para os veículos grandes (*Truck*). Fica claro que esses aumentos na ocupação ocorrem nos casos em que as vagas de carga e descarga se encontram mais distantes, como é o caso da vaga 9 ao ponto K.

Todas essas análises levam à importância da criação de novas vagas de carga e descarga nas proximidades dos pontos com maior necessidade de entregas, o que corrobora as demandas dos comerciantes presentes nessa região estudada.

Com a definição do número de novas vagas de carga e descarga a serem implantadas, o capítulo seguinte apresenta qual deve ser a localização dessas novas vagas e também uma simulação de alguns cenários com iniciativas de *City Logistics* que podem alterar a quantidade e a utilização das vagas de carga e descarga.

5. IMPLANTAÇÃO DAS NOVAS VAGAS DE CARGA E DESCARGA

Esse capítulo mostra uma proposição de onde as novas vagas de carga e descarga devem ficar localizadas e também realiza uma simulação de cenários com o objetivo de analisar qual o impacto que algumas iniciativas de *City Logistics* exercem na demanda por vagas de carga e descarga na região estudada.

5.1 POSICIONAMENTO DAS NOVAS VAGAS DE CARGA E DESCARGA

Como parece ser viável a implantação de mais vagas de carga/descarga para atender a demanda por entregas dos estabelecimentos comerciais na região, foi sugerida a implantação das 36 novas vagas, levando em conta a localização das 19 vagas já existentes e a demanda ao seu redor. A Figura 22 exibe 36 áreas com maior necessidade por vagas de carga/descarga, representados em algarismos romanos. Sendo assim, a implantação das novas vagas para suprir as entregas dessa região pode ocorrer nessas áreas.

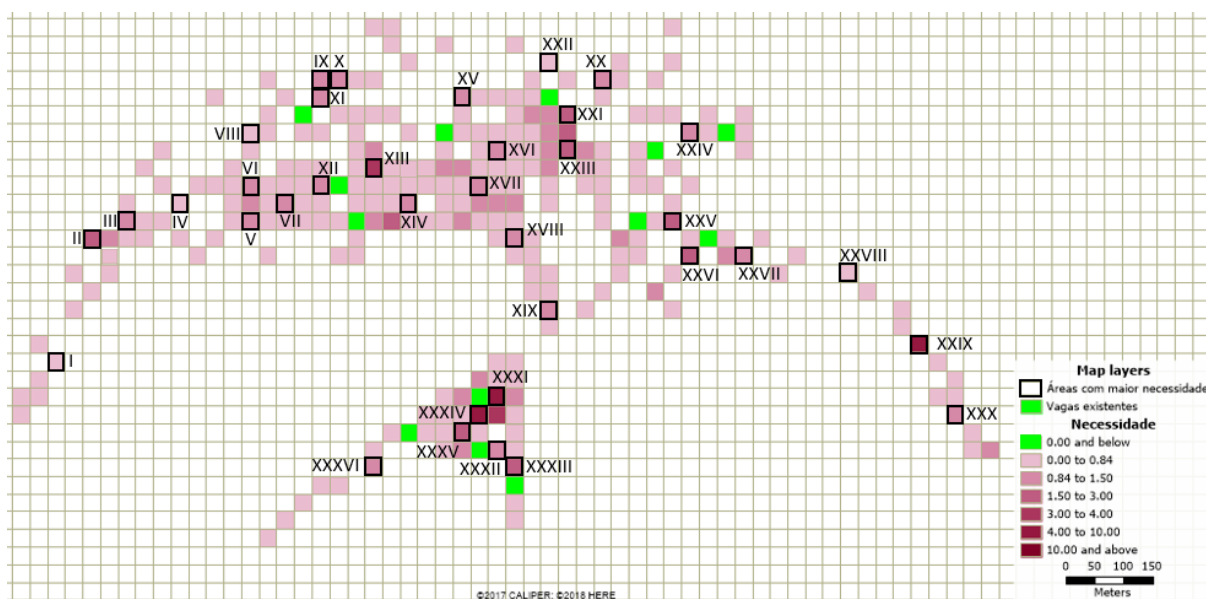


Figura 22 - Áreas de maior necessidade por vagas de carga e descarga

Deste modo, levando-se em conta essas áreas com maior necessidade, foi sugerida a localização de novas vagas de carga e descarga. Assim, para uma maior utilização das vagas a serem implantadas, os pontos que possuem menor necessidade por vagas de carga e descarga (em cores mais claras na Figura 22)

foram agregados aos pontos com maior necessidade, para que as novas vagas tenham uma maior taxa de utilização de vagas/hora. Por exemplo, áreas com uma baixa demanda de 0,44 vagas/hora são agregadas à área XXII, que tem demanda maior (0,66 vagas/hora). Essa estratégia otimizou a análise em colocar uma, duas ou três vaga/hora em um ponto para que as vagas implantadas tivessem uma alta taxa de utilização ao longo do dia e não ficassem inutilizadas grande parte do tempo.

A resolução vigente nº 210, de 13 de novembro de 2006 (CONTRAN, 2006), estabelece que o comprimento máximo que veículos não articulados (único chassi) devem ter para transitar nas vias públicas é de 14 metros. O caminhão *Truck*, que é o maior veículo de entrega que transita na região estudada, deve obedecer a essa dimensão máxima estabelecida pelo CONTRAN. Além disso, foi informado nas entrevistas informais com alguns motoristas dos veículos de entrega que os caminhões que costumam transitar na cidade têm até 12 metros. Contudo, considerando que caminhões com o comprimento máximo de 14 metros possam realizar entregas esporádicas no município, o comprimento sugerido para cada nova vaga é de 16,5 metros, isso permitiria que tanto os veículos de entrega menores quanto os maiores utilizem essas vagas.

Na área II, três vagas podem ser introduzidas na Rua Dona Maria Carneiro (Figura 23). Como essa via tem 450 metros de comprimento, caso essas três vagas fossem implantadas, elas ocupariam 11% da extensão da rua. Nas áreas XIII e XVII, três vagas poderiam ser inseridas na Avenida Coronel Carneiro Júnior (Figura 24), no centro da cidade, ocupando 11% de sua extensão. Esse é o local de maior concentração de empresas varejistas do município, com uma grande quantidade de estabelecimentos de vestuário, calçados e farmácias. Vários entrevistados relataram que as poucas vagas de carga e descarga nessa área não são suficientes para suprir a demanda por mercadorias, causando problemas como estacionamento distante do ponto de entrega, atrasos e estacionamento em local irregular/proibido. A mesma ideia das áreas VIII e XVII pode ser aplicada com a implantação de duas vagas na área XIV, na Rua Major Belo Lisboa (Figura 25), ocupando aproximadamente 6,5% da extensão dessa via.

Em uma das extremidades da Praça Adolfo Olinto (Figura 26), localizada na área XXII, poderiam ser implantadas duas vagas, visto que na outra extremidade

já há vagas de carga e descarga e o entorno dessa praça já é comumente usado para operações de carga que abastecem essa região. Seu entorno possui 196 metros, então as duas novas vagas ocupariam aproximadamente 17% do entorno da praça, considerando que os veículos estacionariam paralelamente ao meio-fio da praça. A área XXIX é onde se localiza um grande supermercado que é o empreendimento que possui o maior recebimento de mercadorias de toda a região de estudo. As duas vagas de carga/descarga localizadas na sua frente ficam sobrecarregadas por não suportar tal demanda. Logo, poderiam ser criadas mais duas vagas na Avenida Doutor Vicente Sanches (Figura 27), próximas desse supermercado, ocupando 11% dessa via. Isso também ajudaria os estabelecimentos próximos que poderiam usufruir com mais frequência dessas vagas.



Figura 23 - Rua Dona Maria Carneiro



Figura 24 - Avenida Coronel Carneiro Júnior



Figura 25 - Rua Major Belo Lisboa



Figura 26 - Praça Adolfo Olinto

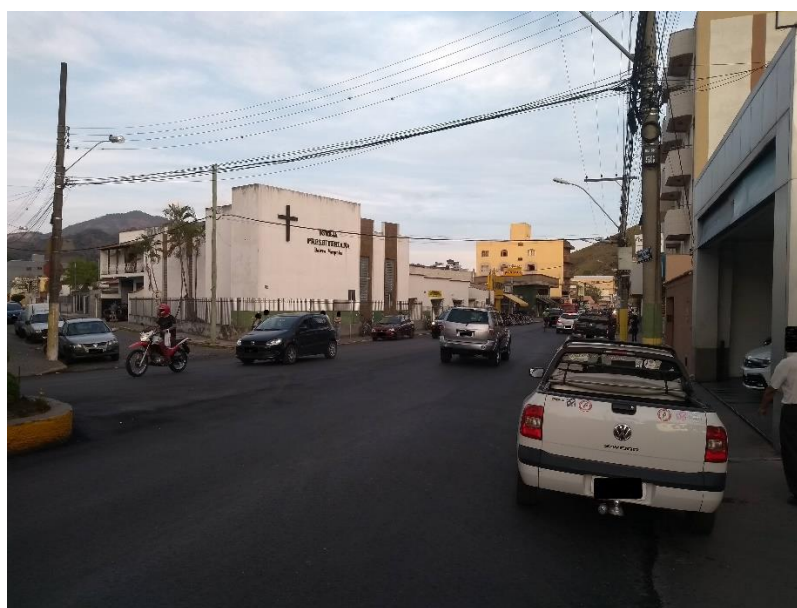


Figura 27 - Avenida Doutor Vicente Sanches

As novas vagas são propostas levando-se em conta as características de infraestrutura de Itajubá, evitando a proposição de vagas em vias estreitas e de difícil manobra dos veículos. Essas vagas foram distribuídas espacialmente de forma equilibrada, fazendo com que elas (juntamente com as vagas existentes) façam a cobertura de toda a região de estudo e, conseqüentemente, fiquem mais próximas dos estabelecimentos. Essas medidas são justificadas porque muitas vezes os

motoristas de entregas, quando não encontram vagas próximas dos seus pontos de entrega, estacionam em locais distantes. O indicado é que a distância entre a vaga de carga/descarga e a loja de entrega não ultrapasse 200 metros ou 10 minutos de caminhada (CAMPBELL *et al.*, 2018; LOUREIRO *et al.*, 2012). Para demonstrar todas as observações feitas, a Figura 28 mostra as áreas propostas para a implantação das novas vagas de carga/descarga, enquanto na Tabela 19 estão o endereço e o número de vagas específicas para cada área escolhida. Pode-se notar que as novas vagas propostas estão espalhadas em 23 áreas.

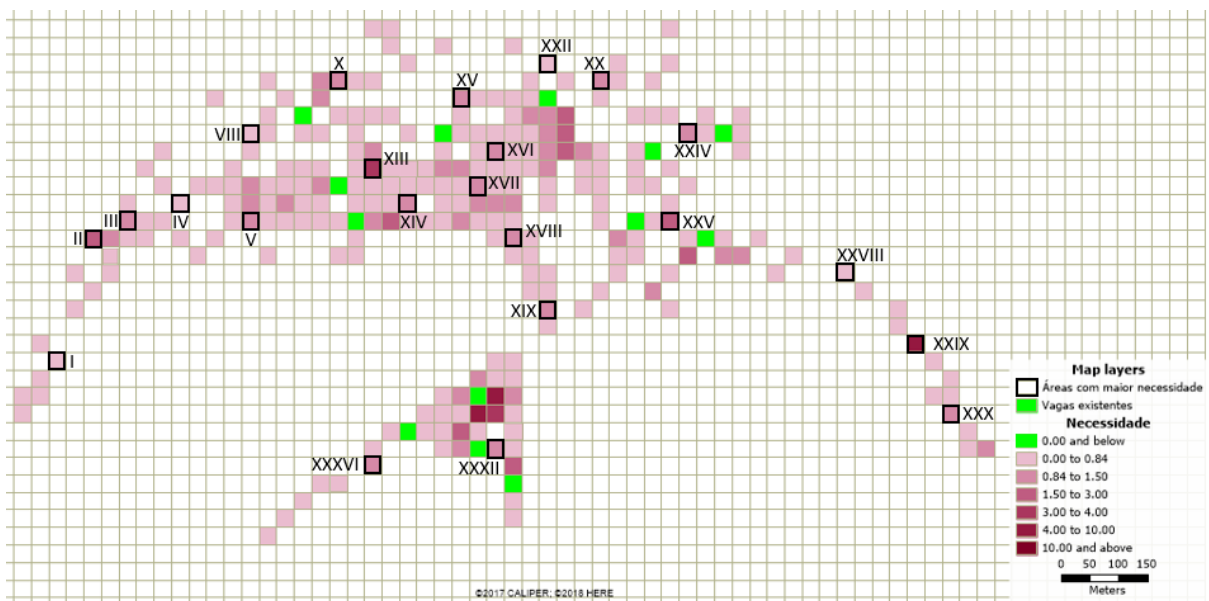


Figura 28 - Áreas de implantação das novas vagas de carga e descarga

Tabela 19 - Endereço e número de vagas para cada área escolhida

Área das vagas	Endereço a se implantar	Número de vagas para implantar
I	R. Barão do Rio Branco, 362	1
II	R. Dona Maria Carneiro, 146	3
III	R. Miguel Braga, 263	2
IV	Av. dos Ferroviários, 89	2
V	Pç. Dr. Pereira dos Santos, 97	1
VIII	R. Eugênio Sales, 47	1
X	R. Dr. Américo de Oliveira, 112	2
XIII	Av. Cel. Carneiro Jr., 189	1
XIV	R. Major Belo Lisboa, 98	2
XV	R. Dr. Américo de Oliveira, 330	1
XVI	Pç. Wenceslau Braz, 20	1
XVII	Av. Cel. Carneiro Jr., 39	2
XVIII	R. Padre Marçal Ribeiro, 320	1
XIX	Pte. Randolpho Paiva, 179	1
XX	Pç. Amélia Braga, 16	2
XXII	Pç. Adolfo Olinto	2
XXIV	R. Dr. Américo de Oliveira, 690	1
XXV	R. Alcides Faria, 34	1
XXVIII	R. Cel. Joaquim Francisco, 341	2
XXIX	Av. Dr. Vicente Sanches, 143	2
XXX	Pç. Prof. Júlio dos Santos	2
XXXII	R. Ana Chiaradia Ricota, 148	2
XXXVI	Av. Paulo Chiaradia, 256	1
Total		36

Com o propósito de verificar qual a cobertura de atendimento que as novas vagas de carga e descarga oferecem às empresas da região, foi desenvolvido um novo mapa no *TransCAD* utilizando a ferramenta *Radius*. Ao redor de todas as novas vagas foram criados *buffers* com raio de 200 metros, representados pela área amarela da Figura 29. Como mostra a Figura 29, a inserção das novas vagas sugeridas é capaz de atender à demanda dos estabelecimentos de toda a região, exceto de uma pequena parte de uma área localizada na parte de baixo da Figura 29. Aí se encontra apenas um estabelecimento que possui baixa demanda por vagas (0,13 vagas/hora) e que, ao ser entrevistado, não alegou maiores problemas em receber suas mercadorias. Portanto, não é necessário implantar mais uma vaga para atender esse estabelecimento.

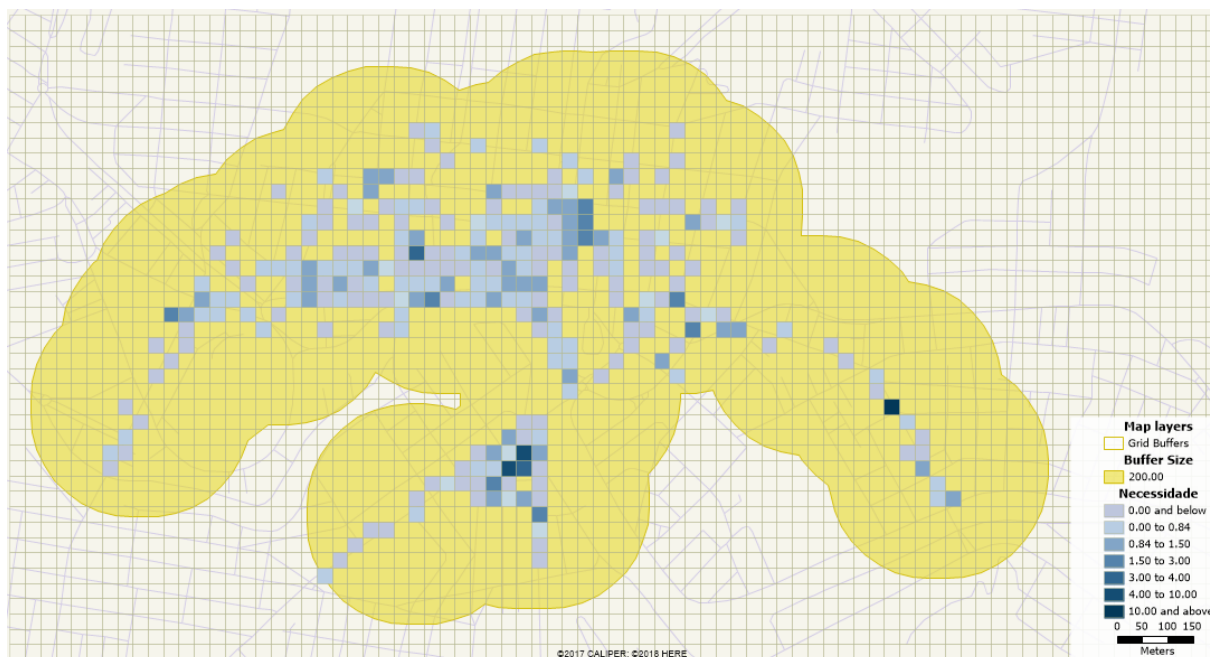


Figura 29 - Cobertura das novas vagas de carga e descarga

Ainda sobre a Figura 29, também pode acontecer dos motoristas, quando estiverem realizando suas entregas, utilizarem outras vagas de carga/descarga quando a vaga mais próxima estiver sendo usada. Em outras palavras, as áreas de cobertura das vagas novas e existentes se sobrepõem. O mesmo ocorreu nos estudos de Campbell *et al.* (2018), Silva (2019) e Silva *et al.* (2020). Segundo os autores, tal fato eleva a disponibilidade de estacionamento nos centros urbanos. Entretanto, ainda não existem estudos que conseguiram modelar esse comportamento, que depende da tomada de decisão do motorista.

Por fim, é importante destacar que todas as proposições de novas vagas discutidas nesse trabalho devem ser debatidas junto às autoridades responsáveis do município de Itajubá, para que seja analisada toda a viabilidade da proposta. Deve-se considerar nesse debate os aspectos financeiros, infraestrutura viária como um todo e a política de mobilidade urbana.

A implantação de iniciativas de *City Logistics* é capaz de trazer uma melhor utilização e até mesmo uma redução do número de vagas de carga e descarga. Sendo assim, na próxima seção será feita uma simulação de alguns cenários com iniciativas de *City Logistics* para avaliar qual o impacto das mesmas na demanda de vagas de carga/descarga na região de estudo.

5.2 SUGESTÃO DE INICIATIVAS DE CITY LOGISTICS

Os impactos do TUC podem ser reduzidos por meio da implementação de diferentes iniciativas de *City Logistics*, contanto que elas não penalizem as atividades comerciais existentes nos centros urbanos. Todas as iniciativas implementáveis devem apontar os impactos gerados nos esquemas de distribuição usados pelas atividades comerciais urbanas (RUSSO e COMI, 2012). Ademais, o *City Logistics* é capaz de induzir a alterações de comportamento naqueles que criam a demanda, que no caso desse trabalho são os varejistas. Esse conceito pode reduzir os problemas de estacionamento e congestionamento, modificando como os receptores recebem mercadorias (alteração da demanda) para diminuir as consequências negativas do tráfego correlacionado (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2015).

Holguín-Veras *et al.* (2014a), por exemplo, fomentaram um projeto de entregas fora do horário de pico (*off-hour delivery*) na cidade de Nova Iorque. Ao final, os autores constataram bons resultados, como uma alta economia financeira, a redução do congestionamento criado pelo TUC e uma eficiente parceria público-privada ao longo do processo. Campbell *et al.* (2018) apontaram que os receptores de cargas exercem uma alta influência sobre como as entregas são realizadas. Por serem clientes nessa parte da cadeia de suprimentos, eles podem a qualquer momento substituir transportadoras que não mantêm um bom nível de serviço em suas entregas. As políticas públicas incitam os comerciantes a mudarem o horário, o número, o destino e até o modo em como recebem suas mercadorias.

A seguir será aplicada uma simulação realizada por Silva (2019), adaptada de Campbell *et al.* (2018). Essa simulação é aplicável a esse trabalho pois o cenário e a região de estudo aqui pesquisados possuem características similares aos do estudo de Silva (2019). Serão discutidas três iniciativas de *City Logistics*, que são:

1. Programa de consolidação liderado pelo receptor (para reduzir a quantidade de entregas em um determinado local);
2. Programa de entregas escalonadas (as entregas são feitas estrategicamente no decorrer das horas de trabalho) e;
3. Entregas fora do horário de pico (alternando as entregas para o período das 19:00 às 06:00).

Essas iniciativas objetivam claramente a diminuição do tráfego causado pelo TUC, buscando reduzir o total de veículos de carga que adentram a região e amenizar os problemas desse sistema. Com o propósito de simular qual seria o impacto que cada uma dessas iniciativas proporcionaria à região estudada, foram sugeridos três cenários que estão descritos na Tabela 20.

Tabela 20 - Simulação de cenários com iniciativas de *City Logistics*

Cenários	Medidas
Atual	As viagens chegam nas condições atuais, sem qualquer iniciativa, para fins de comparação.
1	Consolidação conduzida pelo receptor: as entregas de cada estabelecimento são feitas por apenas um veículo, que atende em média três estabelecimentos. Essa iniciativa pode ocorrer através de incentivos fiscais para implantação de um Centro de Consolidação Urbano (CCU) próximo ao centro da cidade para consolidar e entregar as cargas aos varejistas. Essa consolidação pode reduzir o número de entregas e, portanto, a demanda por vagas de carga/descarga na região.
2	Entregas Fora do Horário de pico (OHD): 20% das entregas do período da manhã são transferidas para horários noturnos. Tal iniciativa também pode ocorrer por meio de incentivos fiscais e investimentos públicos em segurança, considerados os principais desafios para implantar essa iniciativa no Brasil. As entregas noturnas podem reduzir a demanda por vagas e o tráfego dos veículos de entrega no horário de pico (manhã). Essa iniciativa, embora mais incomum fora das grandes cidades, pode ser uma das menos onerosas se comparada a outras iniciativas.
3	Entregas escalonadas: entregas ocorrem ao longo do horário comercial através do uso de um ITS (<i>Intelligent Transportation System</i>), com informações em tempo real do tráfego e estacionamento. Com a popularidade dos aplicativos <i>mobile</i> , essa pode ser uma alternativa eficiente e menos onerosa para implantação. A reserva das vagas de carga/descarga via aplicativo pode distribuir a demanda de vagas ao longo do horário comercial, reduzindo o tempo de procura por vagas dos motoristas de entrega. As entregas poderão ser melhor programadas para que não ocorram, em sua maioria, nos horários da manhã, equilibrando a utilização das vagas ao longo do dia.

Na Figura 30 estão as necessidades de vagas de carga/descarga de cada um dos cenários, em casa período do dia, levando em conta as demandas por vagas de carga/descarga mostradas previamente na Tabela 17. No cenário 1 as entregas foram diminuídas em cerca de 33%, ou seja, antes cada veículo fazia somente uma entrega e, após a consolidação das entregas, ele passou a fazer três. No cenário 2, 20% das entregas do horário da manhã, que é o período crítico (com maior demanda), foram deslocadas para o período com a menor demanda de entregas, o noturno. Por

fim, no cenário 3 as entregas foram igualmente distribuídas no decorrer do horário comercial do município (das 08:00 às 18:00), com as vagas de carga/descarga sendo reservadas pelos motoristas via aplicativo *mobile* e otimizando assim a programação de entregas desses motoristas. Os resultados dessa simulação são exibidos na Figura 30.

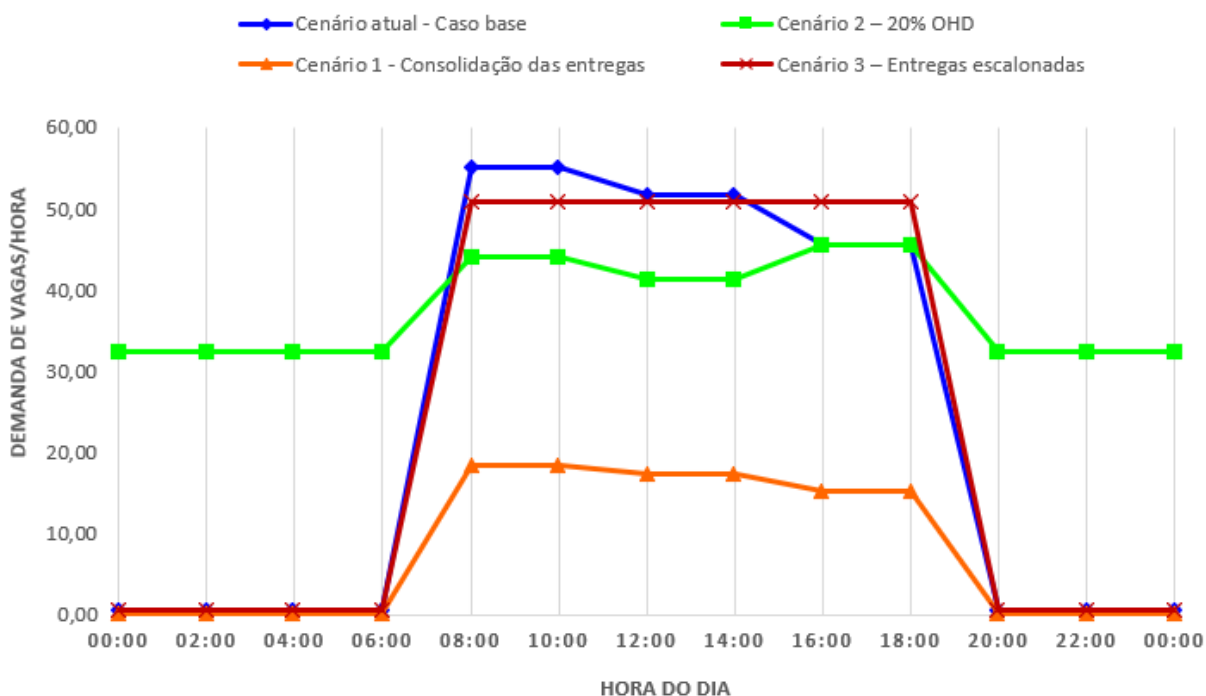


Figura 30 - Demanda de vagas/hora dos cenários

Como se pode ver, em comparação com o Cenário Atual, o Cenário 1 (consolidação de entregas) é o que proporciona os melhores resultados, ele diminui em 65% a demanda por vagas de carga/descarga para atender toda a região, de 55 para 19 vagas. Em seguida, o Cenário 2 (20% OHD - *off-hour delivery*) é o que apresenta melhor resposta, de 55 para 44 vagas (redução de 20% da demanda). Como parte da demanda foi deslocada para o período noturno, essa alternativa retirou o pico da parte da manhã e passou para o fim da tarde e início da noite. Em terceiro lugar vem o Cenário 3 (entregas escalonadas), de 55 para 51 vagas (redução de 8% da demanda). Embora essa medida ter apresentado a menor redução da necessidade por vagas de carga/descarga nesse estudo, ela possibilita uma melhor organização

das entregas e do uso das vagas, facilitando a rotina dos motoristas e ainda podendo ser menos custosa para se implantar.

É importante salientar que todas essas iniciativas de *City Logistics* possuem um alto potencial para o balanceamento da necessidade de vagas de carga e descarga. Dependendo de cada caso, elas também podem colaborar para a redução dos congestionamentos, o aumento da produtividade dos *stakeholders* desse sistema e a redução do número de viagens (menos custos e emissão de poluentes no ar). Entretanto, também é possível que nem todas as partes envolvidas saiam beneficiadas na implantação dessas iniciativas, isso pode variar conforme as características de cada caso.

Há também a questão da aceitabilidade dessas práticas. No cenário do *off-hour delivery*, por exemplo, a maior parte das entregas ainda ocorre dentro do horário comercial pelo fato das regulações de muitas cidades banirem esse tipo de medida (geralmente pela preocupação dos ruídos criados em período noturno) (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2018). Entregas noturnas englobam divergências de interesses entre os transportadores e os varejistas, enquanto os varejistas preferem receber no horário comercial (HOLGUÍN-VERAS, 2008), os transportadores preferem entregar à noite (STATHOPOULOS *et al.*, 2012). Já no caso de Itajubá, apenas três estabelecimentos entrevistados (1,5% do total) recebem suas mercadorias exclusivamente fora do horário comercial. Esses são apenas alguns aspectos que abrem possibilidade para que estudos posteriores detalhem a viabilidade e os impactos de cada iniciativa, incluindo a reação dos *stakeholders* e quais ações e políticas podem ser adotadas em cada circunstância.

6. CONCLUSÕES

Essa pesquisa e seus resultados demonstram como deve existir um maior conhecimento e envolvimento por parte do poder público de Itajubá-MG em relação ao transporte urbano de cargas e todos os benefícios que o mesmo pode proporcionar. O aprofundamento de pesquisas e da compreensão nesse setor permite quantificar os seus impactos e confrontá-los por meio da proposição de iniciativas como as entregas fora do horário de pico, centros de consolidação urbana e entregas escalonadas. A falta de pesquisas acarreta na falta de dados fundamentados e na depreciação dos problemas locais que o TUC traz, como a falta de vagas de carga e descarga, engarrafamentos, aumento da emissão de poluentes e ineficiências operacionais. Como pode ser observado em Itajubá, não houve um estudo e planejamento consistentes sobre a oferta e demanda de vagas de carga e descarga na região de maior presença comercial, a da Zona Azul. Tal equívoco provocou uma subestimação dos problemas que esse âmbito oferece.

Durante a primeira etapa dessa pesquisa, para entender o funcionamento do transporte de mercadorias na cidade, foi exigido um alto empenho na aplicação de questionários a fim de coletar dados estatisticamente confiáveis para o prosseguimento do estudo. Esses dados também poderiam ser periodicamente coletados e fornecidos pelas autoridades locais para pesquisas como essa, que visam a proposição de melhorias nesse setor. Outro ponto evidenciado é a necessidade de uma maior integração entre os comerciantes locais e o poder público, isso poderia estimular diálogos produtivos que envolvam os principais problemas a serem combatidos. Talvez os próprios transportadores também possam participar dessa integração, afinal também são peças-chave para o sucesso da mobilidade urbana.

As autoridades locais também devem aumentar a fiscalização quanto ao uso das vagas públicas de carga e descarga. Foram flagrados vários casos de estacionamento irregular e uso indevido das vagas de carga e descarga, impedindo uma melhor ocupação dessas vagas e prejudicando quem realmente necessita delas.

Já na segunda etapa, os modelos de geração de viagens elaborados estimaram que essa região pode receber, aproximadamente, 539 viagens diárias. Esses modelos se mostraram relevantes para quantificar o potencial de atração de viagens dos estabelecimentos locais, podendo auxiliar na tomada de decisão para a

resolução dos principais problemas do TUC. No entanto, na falta de dados estatisticamente confiáveis, é preciso um alto empenho para se coletar esses dados diretamente com as empresas locais, como foi feito presencialmente com 200 estabelecimentos nesse trabalho. Ademais, a definição do número de funcionários como variável independente desses modelos mostrou-se assertiva, visto que os modelos demonstraram uma alta correlação dos dados. Portanto, na elaboração de modelos de geração de viagens, é fundamental que a escolha dessa variável seja rigorosa para se obter resultados mais precisos, como corroborado por Holguín-Veras *et al.* (2011; 2012; 2013a; 2016), Lawson *et al.* (2012), Ebias (2014), Alho e Silva (2014), Holguín-Veras e González-Calderón (2015), Oliveira *et al.* (2016; 2017a), Campagna *et al.* (2017), Campbell *et al.* (2018), Alves *et al.* (2018), Silva (2019) e Silva *et al.* (2020).

Após constatar qual a atração de viagens da região, o próximo passo foi encontrar qual a sua demanda por vagas de carga e descarga. O número de vagas existentes atualmente equivale a apenas 34,5% do número necessário para atender as viagens diárias estimadas (19 existentes e 55 necessárias). Como percebido por meio das simulações realizadas, a distância entre as vagas de carga e descarga e as áreas com maior concentração de entregas é diretamente proporcional à duração que os veículos de carga ficam estacionados nas vagas. Ou seja, quanto maior a distância, maior essa duração. Esse aumento pode ser de até 75,42% no caso dos veículos de pequeno porte (*Pickup/Van/Caminhonete*), 30,17% para os veículos médios (*VUC*) e 18,86% para os veículos grandes (*Truck*), o que agrava ainda mais o problema da carência de vagas de carga e descarga da cidade.

Essas análises mostraram a viabilidade da implantação de 36 novas vagas de carga e descarga, e que elas fiquem localizadas nas áreas onde se concentram as maiores atrações de viagens de carga. Mas cabe destacar que a análise para introduzir essas vagas foi cautelosa, tomando cuidados como observar as características de infraestrutura de Itajubá (evitando ruas estreitas) e adotando medidas sugeridas por outros trabalhos disponíveis na literatura, além de distribuir as novas vagas de maneira espacialmente equilibrada. Com isso, as novas vagas dariam cobertura para toda a demanda da região e ofereceriam benefícios, tais como: aumentar a oferta de estacionamento na região; reduzir irregularidades; melhorar a

mobilidade urbana; reduzir a distância entre vagas e comércio e; reduzir os tempos da entrega e que os motoristas gastam procurando por vagas.

Em contrapartida, a simulação de três cenários mostrou que algumas iniciativas de *City Logistics* podem reduzir essa quantidade proposta de novas vagas. Assim como ocorreu nos trabalhos de Holguín-Veras (2008), Holguín-Veras *et al.* (2014a; 2015; 2018), Campbell *et al.* (2018), Silva (2019) e Silva *et al.* (2020), iniciativas como a consolidação de cargas (CCU), o escalonamento das entregas (ITS) e o a entrega fora do horário de pico (OHD) se mostraram eficazes para diminuir a demanda por vagas no período mais crítico, o da manhã. Elas seriam boas alternativas para o equilíbrio da demanda total por vagas de carga/descarga em Itajubá. Em comparação com o cenário atual, as iniciativas do CCU, OHD e ITS reduziram a demanda de vagas/hora em 65%, 20% e 8%, respectivamente. Assim, como corroborado por Alho *et al.* (2016), pode-se obter benefícios por meio apenas da otimização no uso das vagas de carga e descarga, e não necessariamente pelo aumento da quantidade delas.

Finalmente, é muito importante que todos os estudos e análises abrangidas nesse trabalho sejam divulgados para todas as autoridades municipais competentes e demais atores envolvidos, fomentando assim a integração de todas as partes em busca de uma melhoria contínua do sistema de transporte urbano de cargas.

6.1 TRANSFERIBILIDADE DESSE ESTUDO A OUTRAS LOCAIS

A metodologia e as análises desse trabalho podem ser empregadas em outros municípios de médio porte, principalmente os mais antigos e que enfrentam problemas infraestruturais como vias estreitas, a falta de vagas de carga e descarga e de um planejamento urbano de transportes. Esses problemas resultam em desafios para todas as partes envolvidas nesse meio, como os departamentos de trânsito das prefeituras, os comerciantes e as transportadoras que realizam entregas nessas cidades. O mesmo pode ser dito para as cidades europeias no qual mais de 75% da população vivem nas cidades (DEZI *et al.*, 2010). Muitas cidades europeias são mais antigas e possuem vias estreitas que limitam o tráfego de veículos maiores de carga (CAMPBELL *et al.*, 2018). As iniciativas de *City Logistics* podem se transformar em fortes aliadas na melhoria da mobilidade urbana nesses locais.

Cidades como Sorocaba, no estado de São Paulo (FURQUIM *et al.*, 2016), também enfrentam problemas no recebimento de mercadorias assim como Itajubá. Em um estudo realizado com 165 estabelecimentos varejistas da cidade, mais de 50% da amostra consideram a inexistência de locais adequados para recebimento de mercadorias a sua principal restrição e que exerce um alto impacto negativo, o que corrobora a visão de Oliveira *et al.* (2017a).

Itajubá é uma cidade com um elevado volume comercial (no seu contexto regional) e uma alta taxa de entregas de mercadorias, o que resulta em problemas aos comerciantes para receberem suas cargas dentro do prazo e para os transportadores em encontrarem vagas de carga de descarga disponíveis e de fácil acesso. Municípios com características semelhantes têm grandes chances de enfrentarem os mesmos gargalos decorrentes do transporte urbano de cargas.

Entretanto, na implementação das iniciativas de *City Logistics*, cada cidade deve se atentar às suas particularidades operacionais e de infraestrutura, ajustando tais iniciativas da melhor forma e de acordo com a sua realidade. Os modelos de geração de viagens e sua metodologia de regressão linear, por exemplo, são ferramentas que possibilitam uma análise robusta da demanda/oferta de viagens de uma região. Isso se provou nos estudos de Holguín-Veras *et al.* (2011), Alho e Abreu e Silva (2017), Oliveira *et al.* (2017a), Jaller *et al.* (2014), Campbell *et al.* (2018) e Günay *et al.* (2016). Porém, para garantir uma maior precisão nas estimativas, o ideal é elaborar modelos específicos do local estudado, assim como foi feito nesse trabalho em Itajubá, coletando dados ou utilizando os que já estiverem disponíveis e que são confiáveis.

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como trabalhos futuros, recomenda-se realizar uma investigação semelhante a aqui realizada, porém agora mais junto dos transportadores e de outros *stakeholders* do setor de transporte urbano de mercadorias, compreendendo os principais problemas que enfrentam e os relacionando aos problemas apontados pelos varejistas. Isso permitirá um enriquecimento da caracterização do transporte urbano de cargas em cidades de médio porte, bem como uma maior assertividade no planejamento para a implantação de mais vagas de carga e descarga.

Outra sugestão é explorar com mais detalhes a viabilidade da implantação de iniciativas de *City Logistics*, tanto das apresentadas nesse trabalho quanto de outras, mostrando e comparando os seus impactos em cidades de médio porte e também quais ações e políticas podem ser adotadas em cada circunstância.

Por fim, propõe-se também a adequação e aplicação da metodologia aqui demonstrada para cidades de diferentes portes e regiões, possibilitando assim a comparação de resultados e a expansão da literatura nesse setor.

REFERÊNCIAS

- ABOUSAEIDI, M.; FAUZI, R.; MUHAMAD, R. Geographic Information System (GIS) Modeling Approach to Determine the Fastest Delivery Routes. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 23, p. 555–564, 2016.
- ABREU E SILVA, J.; ALHO, A. R. Using Structural Equations Modeling to Explore Perceived Urban Freight Deliveries Parking Issues. **Transportation Research Part A**, v. 102, p. 18–32, 2017.
- ALHO, A.; BHAVATHRATHAN, B. K.; STINSON, M.; GOPALAKRISHNAN, R.; LE, D.; BEN-AKIVA, M. **A Multi-scale Agent-based Modelling Framework for Urban Freight Distribution**. EURO Working Group on Transportation Meeting. **Anais...Elsevier**, 2017a.
- ALHO, A. R.; ABREU E SILVA, J.; SOUSA, J. P.; BLANCO, E. Decreasing Congestion by Optimizing the Number, Location and Usage of Loading/Unloading Bays for Urban Freight. In: **Proceedings of the Transportation Research Board (TRB) 95th Annual Meeting**, 2016.
- ALHO, A. R.; ABREU E SILVA, J.; SOUSA, 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**, v. 61, p. 3–18, 2017b.
- ALHO, A. R.; ABREU E SILVA, J. Analyzing the Relation Between Land-use/Urban Freight Operations and the Need for Dedicated Infrastructure/Enforcement — application to the city of Lisbon. **Research in Transportation Business & Management**, v. 11, p. 85–97, 2014.
- ALHO, A. R.; ABREU E SILVA, J. Utilizing Urban Form Characteristics in Urban Logistics Analysis: a case study in Lisbon, Portugal. **Journal of Transport Geography**, v. 42, p. 57–71, 2015.
- ALHO, A. R.; ABREU E SILVA, J. Modeling Retail Establishments' Freight Trip Generation: a comparison of methodologies to predict total weekly deliveries. **Transportation**, v. 44, n. 5, p. 1195–1212, 2017.
- ALHO, A. R.; ABREU E SILVA, J. Freight-Trip Generation Model: predicting urban

freight weekly parking demand from retail establishment characteristics. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 2411, n. 1, p. 45–54, 2014.

ALLEN, J. ANDERSON, S.; BROWNE, M.; JONES, P. A Framework for Considering Policies to Encourage Sustainable Urban Freight Traffic and Goods/Service Flows: summary report. **Time**, n. March, p. 1–35, 2000.

ALLEN, J.; BROWNE, M. Review of Survey Techniques Used in Urban Freight Studies. **University of Westminster**, 2008.

ALLEN, J.; BROWNE, M. Road Freight Transport and Sustainability in Britain 1984-2007. **Green Logistics**, 2010.

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.

ALVES, R.; LIMA, R. S.; SILVA, K.; GOMES, W. GONZÁLEZ CALDERÓN, C. A. **Challenges in Urban Logistics : a research study in São João Del Rei, a historical brazilian city**. Transportation Research Board. **Anais...Washington**: Transportation Research Board: Journal of the Transportation Research Board, 2018.

ALVES, R.; LIMA, R. S.; OLIVEIRA, L. K. O Enfoque Ambiental do City Logistics: uma revisão de literatura. **Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**, n. 2004, 2016.

AMBROSINI, C.; BOSSIN, P.; DURAND, S.; LENIR, M.; PATIER, D.; ROUTHIER, J.; TRANCHAND, P. **Transports de Marchandises en Ville: enquête quantitative réalisée à Bordeaux**, 1997.

AMBROSINI, C.; PATIER, D.; ROUTHIER, J. **Résultats de l' enquête quantitative réalisée à Marseille**, 1999.

ANGEOLETTO, F.; SANTOS, J. W. C.; RUIZ SANZ, J. P.; SILVA, F. F. F.; ALBERTÍN, R. Socio-environmental Typology of Brazilian Medium Size Cities: contributions for a sustainable urban development. **Brazilian Journal of Urban Management**, v. 8, p.

272–287, 2016.

BALLANTYNE, E. E. F.; LINDHOLM, M.; WHITEING, A. A Comparative Study of Urban Freight Transport Planning: addressing stakeholder needs. **Journal of Transport Geography**, v. 32, p. 93–101, 2013.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: logística empresarial**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BEHRENDTS, S.; LINDHOLM, M.; WOXENIUS, J. The Impact of Urban Freight Transport: a definition of sustainability from an actor's perspective. **Transportation Planning and Technology**, v. 31, n. 6, p. 693–713, 2008.

BENJELLOUN, A.; CRAINIC, T. G. Trends , Challenges and Perspectives in City Logistics. 2009.

BHATTACHARJEE, S. RAKSHIT, M.; SIL, S.; CHAKRABARTI, A. Triangular Distribution-Based Companding Technique for Reducing PAPR of OFDM Systems. **Iranian Journal of Science and Technology - Transactions of Electrical Engineering**, v. 41, n. 3, p. 175–186, 2017.

BOLAY, J. C. Prosperity and Social Inequalities: Montes Claros, how to plan an intermediary city in Brazil. **Current Urban Studies**, v. 4, p. 175–174, 2016.

BOLAY, J. C.; RABINOVICH, A. Intermediate Cities in Latin America: risk and opportunities of coherent urban development. **Cities**, v. 21, p. 407–421, 2004.

BONTEMPO, A. P.; CUNHA, C. B. C.; BOTTER, D. A.; YOSHIKAWA, H. T. Y. **Evaluating Restrictions on the Circulation of Freight Vehicles in Brazilian Cities**. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 125, p. 275–283, 2012.

BOROUSHAKI, S.; MALCZEWSKI, J. Measuring Consensus for Collaborative Decision-making: a GIS-based approach. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 34, p. 322–332, 2010.

BOUHOUBAS, E.; BASBAS, S. **Urban Road Freight Transport Systems: questions and answers**. Transport Research Arena. **Anais...**2012.

BROWNE, M.; SWEET, M.; WOODBURN, A. ALLEN, J. **Urban Freight Consolidation Centres: final report**. Transport Studies Group, University of

Westminster, 2005.

BROWNE, M.; ALLEN, J.; NEMOTO, T.; VISSER, J. Light Goods Vehicles in Urban Areas. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 2, n. 3, p. 5911–5919, 2010.

BROWNE, M.; ALLEN, J. **Best Urban Freight Solutions II**, 2006.

CAMPAGNA, A.; STATHACOPOULOS, A.; PERSIA, L.; XENOU, E. **Data Collection Framework for Understanding UFT Within City Logistics Solutions**. Conference on Sustainable Urban Mobility. **Anais...Elsevier**, 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. **European Transport Research Review**, v. 10, n. 2, 2018.

CARVALHO, C. D. R. **Distribuição Urbana de Carga: um estudo com empresas que atuam na região metropolitana de São Paulo (RMSP)**. Universidade de São Paulo, 2014.

CARVALHO, N. L. A. **Análise dos Critérios para Implantação de Centro de Distribuição Urbana em Cidades Históricas Brasileiras: o caso de Ouro Preto**. Universidade Federal de São Carlos, 2017.

CASCETTA, E.; CARTENI, A.; PAGLIARA, F.; MONTANINO, M. A New Look at Planning and Designing Transportation Systems: a decision-making model based on cognitive rationality, stakeholder engagement and quantitative methods. **Transport Policy**, v. 38, p. 27–39, 2015.

CASTELLO BRANCO, M. L. **Cidades Médias: produção do espaço urbano e regional**. 2007.

CHERRETT, T.; ALLEN, J.; MCLEOD, F.; MAYNARD, S.; HICKFORD, A.; BROWNE, M. Understanding Urban Freight Activity - key issues for freight planning. **Journal of Transport Geography**, v. 24, p. 22–32, 2012.

COMI, A.; DELLE SITE, P.; FILIPPI, F.; NUZZOLO, A. Urban Freight Transport Demand Modelling : a state of the art. **European Transport**, p. 1–2, 2012.

COMI, A.; NUZZOLO, A. Exploring the Relationships Between E-shopping Attitudes

and Urban Freight Transport. **Transportation Research Procedia**, v. 12, p. 399–412, 2016.

CONTRAN. Resolução CONTRAN 210/06. 2006.

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, 2004.

CRAINIC, T. G.; RICCIARDI, N.; STORCHI, G. Models for Evaluating and Planning City Logistics Systems. **Transportation Science**, v. 43, n. 4, p. 432–454, 2009.

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.; RODRIGUE, J. P. **City Logistics : towards a global typology**. Transport Research Arena 2014. **Anais...**2014.

DANIELIS, R.; MAGGI, E.; ROTARIS, L.; VALERI, E. Urban Supply Chains and Transportation Policies. **SIET Working Paper**, 2012.

DEZI, G.; DONDI, G.; SANGIORGI, C. Urban Freight Transport in Bologna: planning commercial vehicle loading/unloading zones. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, p. 5990–6001, 2010.

DIN, M. A. M. 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.

DUTRA, N. G. S. **O Enfoque de “City Logistics” na Distribuição Urbana de Encomendas**. 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**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

EHMKE, J. F. Integration of Information and Optimization Models for Routing in City Logistics. In: Nova Iorque: Springer, 2012.

ESPINDOLA, G. M.; CARNEIRO, E. L. N. C.; FAÇANHA, A. C. Four Decades of Urban

Sprawl and Population Growth in Teresina, Brazil. **Applied Geography**, v. 79, p. 73–83, 2017.

FILHO, L. A. S. **Análise Espacial em Modelos de Geração de Viagens**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

FILHO, O. A.; RIGOTTI, J. **Os Limiares Demográficos na Caracterização das Cidades Médias**. XIII Encontro da Associação Brasileiras de Estudos Populacionais. **Anais...**Ouro Preto: 2002.

FILHO, O. A.; RIGOTTI, J.; CAMPOS, J. Os Níveis Hierárquicos das Cidades Médias de Minas Gerais. **Raega Curitiba**, v. 13, p. 7–18, 2007.

FILHO, O. A.; SERRA, R. Evolução e Perspectivas do Papel das Cidades Médias no Planejamento Urbano e Regional. In: **Cidades Médias Brasileiras**. 1ª Edição. IPEA, 2001.

FLORA, M.; EWBANK, H.; VIDAL VIEIRA, J. G. Framework for Urban Freight Transport Analysis in Medium-sized Cities. **Urbe**, v. 11, p. 1–12, 2019.

FRANÇA, I.; SOARES, B. Centralidade e Cidades Médias: o setor de saúde em Montes Claros. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 34, p. 1–15, 2014.

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, p. 1–10, 2018.

FURQUIM, T. S. G.; VIEIRA, J. G. V.; CARVALHO, N. L. A. **Desafios Logísticos e Restrições da Distribuição de Carga Urbana em Cidades de Médio Porte: o caso de Sorocaba**. XXX ANPET - Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte e Ensino. **Anais...**Rio de Janeiro: 2016.

GASPARINI, A. **Attractiveness of Freight Trip Generators in Urban Areas**. IME, 2008.

GATTA, V., MARCUCCI, E. Behavioural Implications of Non-linear Effects on Urban Freight Transport Policies: the case of retailers and transport providers in Rome. **Case Studies on Transport Policy**, v. 4, n. 1, p. 22-28, 2015.

GATTA, V.; MARCUCCI, E.; DELLE SITE, P.; LE PIRA, M.; CARROCCI, C. S. Planning with Stakeholders: analysing alternative off-hour delivery solutions via an interactive multi-criteria approach. **Research in Transportation Economics**, v. 73, p. 53–62, 2019.

GHAJARGAR, M.; ZENEZINI, G.; MONTANARO, T. Home Delivery Services: innovations and emerging needs. **IFAC-PapersOnLine**, v. 49, n. 12, p. 1371–1376, 2016.

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

GILBERT, H. C. **Modelagem e Solução do Problema de Roteirização de Veículo de Entregas na Cidade de Ouro Preto**. Universidade Federal de Ouro Preto, 2016.

GIULIANO, G.; O'BRIEN, T.; DABLANC, L.; HOLLIDAY, K. **Synthesis of Freight Research in Urban Transportation Planning**. Washington: Transportation Research Board: Journal of the Transportation Research Board, 2013.

GONZALEZ, C. M.; GOMÉZ, C. D.; ROJAS, N. Y.; ACEVEDO, H.; ARISTIZÁBAL, H. Relative Impact of On-road Vehicular and Point-source Industrial Emissions of Air Pollutants in a Medium-sized Andean City. **Atmospheric Environment**, v. 152, p. 279–289, 2017.

GÜNAY, G.; ERGÜN, G.; GÖKAŞAR, I. Conditional Freight Trip Generation Modelling. **Journal of Transport Geography**, v. 54, p. 102–111, 2016.

GUTIERREZ-GALLEGO, J. A.; RUIZ-LABRADOR, E. E.; JARAIZ-CABANILAS, F. J.; SU JEONG, J. Travel Prediction Methodology in Medium-sized Cities with GIS-T: maximum to minimum cost disaggregation. **Cuadernos Geograficos**, v. 54, n. 2, p. 172–195, 2015.

HESSE, M. Urban Space and Logistics - a framework for sustainability. **World Transport Policy and Practice**, v. 1, n. 4, p. 39–45, 1995.

HOLGUÍN-VERAS, J.; LAWSON, C.; WANG, C.; JALLER, M.; GONZÁLEZ-CALDERÓN, C.; CAMPBELL, S.; KALAHASHTI, L.; WOJTOWICZ, L.; RAMIREZ, D. **NCFRP Project 25 Final Report: using commodity flow survey microdata to estimate the generation of freight, freight trip generation, and service trips**. Transportation Research Board. **Anais...**Washington: 2016.

HOLGUÍN-VERAS, J.; PÉREZ, N.; CRUZ, B.; POLIMENI, J. Effectiveness of Financial Incentives for Off-Peak Deliveries to Restaurants in Manhattan, New York. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 1966, n. 1, p. 51–59, 2006.

HOLGUÍN-VERAS, J.; SILAS, M.; POLIMENI, J.; CRUZ, B. An Investigation on the Effectiveness of Joint Receiver-carrier Policies to Increase Truck Traffic in the Off-peak Hours. **Networks and Spatial Economics**, v. 8, n. 4, p. 327–354, 2008.

HOLGUÍN-VERAS, J. Necessary Conditions for Off-Hour Deliveries and the Effectiveness of Urban Freight Road Pricing and Alternative Financial Policies in Competitive Markets. **Transportation Research A**, v. 42, p. 392–413, 2008.

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. Nova Iorque, 2010.

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, n. 1, p. 68–81, 2011.

HOLGUÍN-VERAS, J.; SÁNCHEZ-DÍAZ, I.; LAWSON, C.; JALLER, M.; CAMPBELL, S.; LEVINSON, H. S.; SHIN, H. **Transferability of Freight Trip Generation Models**. Transportation Research Board. **Anais...**Washington: 2012.

HOLGUÍN-VERAS, J.; REILLY, J.; AROS-VERA, F.; YUSHIMITO, W.; ISA, J. Park-and-Ride Facilities in New York City. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 2276, n. 1, p. 123–130, 2013a.

HOLGUÍN-VERAS, J.; MARQUIS, R.; CAMPBELL, S.; WOJTOWICZ, J.; WANG, C.; JALLER, M.; HODGE, S. D.; ROTHBARD, S.; GOEVAERS, R. Fostering the Use of Unassisted Off-Hour Deliveries: operational and low-noise truck technologies. **Transportation Research Record**, n. 2379, p. 57–63, 2013b.

HOLGUÍN-VERAS, J.; WANG, C.; BROWNE, M.; HODGE, S. D.; WOJTOWICZ, J. **The New York City Off-hour Delivery Project: lessons for city logistics**. International Conference on City Logistics. **Anais...**Elsevier, 2014a.

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

HOLGUÍN-VERAS, J.; AMAYA-LEAL, J.; WOJTOWICZ, J.; JALLER, M.; GONZÁLEZ-CALDERÓN, C.; SÁNCHEZ-DÍAZ, I.; WANG, X.; HAAKE, D. G.; RHODES, S. S.; HODGE, S. D.; FRAZIER, R. J.; NICK, M. K.; DACK, J.; CASINELLI, L.; BROWNE, M. **NCFRP Report 33: improving freight system performance in metropolitan areas - a planning guide**. Washington: 2015.

HOLGUÍN-VERAS, J.; LAWSON, C.; WANG, C.; JALLER, M.; GONZÁLEZ-CALDERÓN, C.; CAMPBELL, S.; KALAHASHTI, L.; WOJTOWICZ, J.; RAMÍREZ-RÍOS, D. **NCFRP Report 37: using commodity flow survey microdata and other establishment data to estimate the generation of freight, freight trips, and service trips**. Washington: 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, 2018.

HOLGUÍN-VERAS, J.; GONZÁLEZ-CALDERÓN, C. A. Use of the Commodity Flow Survey Data to Estimate Freight Generation and Freight Trip Generation Models. **Transportation Research Circular E-C205**, 2015.

HOLGUÍN-VERAS, J.; SÁNCHEZ-DÍAZ, I. Freight Demand Management and the Potential of Receiver-Led Consolidation Programs. **Transportation Research Part A**, v. 84, p. 109–130, 2016.

HOLGUÍN-VERAS, J.; SÁNCHEZ-DÍAZ, I.; BROWNE, M. **Sustainable Urban Freight Systems and Freight Demand Management**. International Conference on City Logistics. **Anais...Tenerife**: Elsevier, 2016.

IBGE. **Censo Demográfico**. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso

em: 20 out. 2019.

IBGE. **Arranjos Populacionais e Concentrações Urbanas do Brasil**, 2016.

IBGE. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

ITAJUBÁ, P. M. DE. **Decreto nº 6744**. Brasil, 2017.

JALLER, M.; HOLGUÍN-VERAS, J.; HODGE, S. D. **Parking in the City: Challenges for Freight Traffic**. Transportation Research Record. **Anais...**Washington: Transportation Research Board: Journal of the Transportation Research Board, 2013.

JALLER, M.; SANCHEZ-DIAZ, I.; HOLGUIN-VERAS, J. **Freight Trip Attraction, Freight trip Production, and the Role of Freight Intermediaries**. 93rd Transportation Research Board Annual Meeting. Transportation Research Board of the National Academies. **Anais...**2014.

JALLER, M.; WANG, X.; HOLGUIN-VERAS, J. Large Urban Freight Traffic Generators: opportunities for city logistics initiatives. **The Journal of Transport and Land Use**, v. 8, n. 1, p. 51–67, 2015.

KARAGIANNAKIDIS, D.; SDOUKOPOULOS, A.; GAVANAS, N.; PITSIAVA-LATINOPOULOU, M. **Sustainable Urban Mobility Indicators for Medium-sized Cities: the case of Serres, Greece**. II Conference on Sustainable Urban Mobility. **Anais...**Volos, Grécia: 2014.

KRAMAR, U. CVAHTE, T.; STERNAD, M.; TOPOLSEK, D. Strategic Mobility Plan for a Small and Medium Cities: case of Celje. **Spatium**, v. 33, p. 47–54, 2015.

LAWSON, C. T.; HOLGUIN-VERAS, J.; SANCHEZ-DIAZ, I.; JALLER, M.; CAMPBELL, S.; POWERS, E. L. Estimated Generation of Freight Trips Based on Land Use. **Transportation Research Record**, n. 2269, p. 65–72, 2012.

LE PIRA, M.; INTURRI, G.; IGNACCOLO, M.; PLUCHINO, A. Dealing with the Complexity of Stakeholder Interaction in Participatory Transport Planning Conference. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, v. 572, n. 1, p. 309–333, 2018.

LIMA, R. S. **Bases para uma Metodologia de Apoio à Decisão para Serviços de Educação e Saúde sob a Ótica dos Transportes**. Universidade de São Paulo, 2003.

LINDHOLM, M. Urban Freight Transport from a Local Authority Perspective - a

literature review. **European Transport - Trasporti Europei**, n. 54, p. 1–37, 2013.

LINDHOLM, M.; BEHREND, S. Challenges in Urban Freight Transport Planning - a review in the Baltic Sea region. **Journal of Transport Geography**, v. 22, p. 129–136, 2012.

LINDHOLM, M.; BROWNE, M. Local Authority Cooperation with Urban Freight Stakeholders: a comparison of partnership approaches. **European Journal of Transport and Infrastructure Research**, v. 13, n. 1, p. 20–38, 2013.

LOPES, S. B. **Efeitos da Dependência Espacial em Modelos de Previsão de Demanda por Transporte**. Universidade de São Paulo, 2005.

LOUREIRO, S. A.; BARBOSA, C. L.; FONTES JUNIOR, O. **Procedimento Para Localização e Alocação de Vagas de Carga e Descarga em Centros Urbanos**. XXVII ANPET - Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte. **Anais...Joinville**: 2012.

MAPA, S. M. S.; LIMA, R. S. **Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como Ferramenta Suporte a Estudos de Localização e Roteirização**. XII SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção. **Anais...Bauru**: 2005.

MARCUCCI, E.; GATTA, V.; SCACCIA, L. Urban Freight, Parking and Pricing Policies: an evaluation from a transport providers' perspective. **Transportation Research Part A**, v. 74, p. 239–249, 2015.

MARRA, C. **Characterization of Urban Goods Movements**. Unicamp, 1999.

MARTINS, R. A.; MELLO, C. H. P.; TURRIONI, J. B. **Guia para Elaboração de Monografia e TCC em Engenharia de Produção**. São Paulo: Atlas, 2014.

MELO, I. B. C. **Demand Assessment for Freight Transport in Urban Areas**. IME, 2002.

MIKUSOVA, M.; ABDUNAZAROV, J. **Modelling of Vehicles Movements for the Design of Parking Spaces**. International Conference on Computational Collective Intelligence. **Anais...Hendaye**: 2019.

MONGEON, P.; PAUL-HUS, A. The Journal Coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. **Scientometrics**, v. 106, n. 1, p. 213–228, 2016.

- MUÑUZURI, J., CORTÉS, P., GUADIX, J., ONIEVA, L. City Logistics in Spain: why it might never work. **Cities**, v. 29, n. 2, p. 133–141, 2012.
- MUÑUZURI, J.; CORTÉS, P.; GUADIX, J.; ONIEVA, L. Modeling Peak-Hour Urban Freight Movements with Limited Data Availability. **Computers and Industrial Engineering**, v. 59, 2010.
- NGUYEN, H. D.; MCLACHLAN, G. J. Progress on a Conjecture Regarding the Triangular Distribution. **Communications in Statistics - Theory and Methods**, v. 46, n. 22, p. 11261–11271, 2017.
- OLIVEIRA, L. K.; OLIVEIRA, R. L. M.; RAMOS, C. M. F.; 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, 2016.
- OLIVEIRA, L. K.; NÓBREGA, R. A. A.; EBIAS, D. G.; CORRÊA, B. G. S. Analysis of Freight Trip Generation Model for Food and Beverage in Belo Horizonte (Brazil). **Region**, v. 4, n. 1, p. 17–30, 2017a.
- OLIVEIRA, L. K.; STUBBS, L. C. M.; GONTIJO, N. T.; OLIVEIRA, R. L. M. Proposição de Modelos de Geração de Viagens para Belo Horizonte. **Transportes**, v. 25, n. 2, p. 137–155, 2017b.
- 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: 2018a.
- OLIVEIRA, L. K.; BARRAZA, B.; BERTOCINI, B. V.; ISLER, C. A.; PIRES, D. R.; MADALON, E. C. N.; LIMA, J.; VIEIRA, J. G. V.; MEIRA, L. H.; BRACARENSE, L. S. F. P.; BANDEIRA, R. A.; OLIVEIRA, R. L. M.; FERREIRA, S. An Overview of Problems and Solutions for Urban Freight Transport in Brazilian Cities. **Sustainability**, v. 10, n. 4, p. 1–14, 2018b.
- ÖSTERLE, I.; ADITJANDRA, P. T.; VAGHI, C.; GREY, G.; ZUNDER, T. H. The Role of a Structured Stakeholder Consultation Process Within the Establishment of a Sustainable Urban Supply Chain. **Supply Chain Management**, v. 20, n. 3, p. 284–299, 2015.
- PATIER, D.; ROUTHIER, J. L. **Best Urban Freight Solutions II.**, 2008.

POJANI, D.; STEAD, D. Sustainable Urban Transport in the Developing World: beyond megacities. **Sustainability**, v. 7, p. 7784–7805, 2015.

PORTUGAL, L. **Polos Geradores De Viagens Orientados a Qualidade de Vida e Ambiental: modelos e taxas de geração de viagens**. 1ª edição ed. Interciência, 2012.

REGIONAL, M. DO D. **Plano de Mobilidade Urbana**. Disponível em: <<https://www.mdr.gov.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2019.

ROJAS, F. A Methodology for Stochastic Inventory Modelling with ARMA Triangular Distribution for New Products. **Cogent Business and Management**, v. 4, n. 1, p. 1–13, 2017.

ROS-MCDONNELL, L.; DE-LA-FUENTE-ARAGÓN, M. V.; ROS-MCDONNELL, D.; CARDÓS, M. **Analysis of Freight Distribution Flows in an Urban Functional Area**. *Cities*, v. 79, p. 159–168, 2018.

RUSSO, F.; COMI, A. A Classification of City Logistics Measures and Connected Impacts. **Procedia Social and Behavioural Sciences**, v. 2, p. 6355–6365, 2010.

RUSSO, F.; COMI, A. Measures for Sustainable Freight Transportation at Urban Scale: expected goals and tested results in Europe. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 137, n. 2, p. 142–152, 2011.

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, 2012.

SANCHES JÚNIOR, P. F. **Logística de Carga Urbana: uma análise da realidade brasileira**. Universidade Estadual de Campinas, 2008.

SÁNCHEZ-DÍAZ, I. Modeling Urban Freight Generation: a study of commercial establishments' freight needs. **Transportation Research Part A**, v. 102, p. 3–17, 2017.

SILVA, A. L. Breve Discussão sobre o Conceito de Cidade Média. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia Maringá**, v. 5, p. 58–76, 2013.

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. Universidade Federal de Itajubá, 2019.

SILVA, K.; LIMA, R. S.; ALVES, R.; YUSHIMITO, W.; HOLGUÍN-VERAS, J. Freight and Service Parking Needs in Historic Centers: a case study in São João Del Rei, Brazil. **Transportation Research Record: Journal of the Transportations Research Board**, 2020 (no prelo). DOI: 10.1177/0361198120943888.

SILVA, M. R.; WAISMAN, J. **Urban Freight: an exploratory study about freight truck generation in bars and restaurants.** 16th Brazilian Congress of Transport and Traffic. **Anais...Maceió**: 2007.

SINAY, M. C. F.; CAMPOS, V. B. G.; DEXHEIMER, L. e NOVAES, A. G. Distribuição de Carga Urbana: componentes, restrições e tendências. **Rio de Transportes II.** Rio de Janeiro, 2004.

SOUZA, C. D. R.; SILVA, S. D.; D'AGOSTO, M. A. Modelos de Geração de Viagem para Pólos Geradores de Viagens de Cargas. **Revista Transportes**, v. 2, p. 46–57, 2010.

STATHOPOULOS, A.; VALERI, E.; MARCUCCI, E. Stakeholder Reactions to Urban Freight Policy Innovation. **Journal of Transport Geography**, v. 22, p. 34 45, 2012.

TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R. G.; YAMADA, T.; VAN DUIN, R. **Network Modelling and Intelligent Transport System.** Pergamon, 2001.

TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R. G.; YAMADA, T. **Recent Trends and Innovations in Modelling City Logistics.** International Conference on City Logistics. **Anais...Elsevier Procedia: Social and Behavioral Sciences**, 2014.

UNIDAS, N. **World Urbanization Prospects 2018 Revision.** Disponível em: <<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2019.

VAN LIER, T.; MEERS, D.; BULDEO RAI, H.; MACHARIS, C. **Making Urban Freight Transport More Sustainable in a Medium Sized City: the case of Mechelen.** European Transport Conference. **Anais...Bruxelas**: 2016.

VASCONCELLOS, E. A. Transport Metabolism, Social Diversity and Equity: the case

of São Paulo, Brazil. **Journal of Transport Geography**, v. 13, p. 29–339, 2005.

VIANA, M. S. **Estratégias de Logística Urbana a Serem Aplicadas nas Áreas Centrais e Históricas: proposta metodológica baseada em avaliação multicritério em ambiente SIG**. Universidade Federal da Bahia, 2016.

WALTMAN, L. A Review of the Literature on Citation Impact Indicators. **Journal of Informetrics**, v. 10, n. 2, p. 365–391, 2016.

WYGONIK, E.; BASSOK, A.; GOODCHILD, A.; MCCORMACK, E.; CARLSON, D. Smart Growth and Goods Movement: emerging research agendas. **Journal of Urbanism**, v. 8, n. 2, p. 115–132, 2015.

ZAMBUZI, N. C.; CUNHA, C. B.; BLANCO, E.; YOSHIZAKI, H. T. Y.; CARVALHO, C. D. R. **An Evaluation of Environmental Issues in Urban Distribution**. XXVII ANPET - Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte. **Anais...**2013.

APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO

	UNIFEI Universidade Federal de Itajubá		Instituto de IEPG Engenharia de Produção e Gestão		LOGtrans Laboratório de Logística, Transporte e Sustentabilidade	Nº _____ Data: _____
ESTUDO DE GERAÇÃO DE TRANSPORTE DE CARGAS						
Informações do estabelecimento						
Nome: _____						
Endereço: _____ CEP: _____						
Esse estabelecimento é a sede? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não						
Informações do entrevistado						
Nome: _____						
E-mail: _____ Telefone: _____						
Tipo de negócio						
<input type="checkbox"/> Vestuário <input type="checkbox"/> Calçados <input type="checkbox"/> Farmácia <input type="checkbox"/> Mat. construção <input type="checkbox"/> Papelaria						
<input type="checkbox"/> Restaurante / lanchonete <input type="checkbox"/> Móveis <input type="checkbox"/> Hotel <input type="checkbox"/> Supermercado <input type="checkbox"/> Outro: _____ / padaria						
Funcionários						
Total de funcionários em um dia típico: _____						
Qual o tipo de jornada de trabalho dos funcionários? <input type="checkbox"/> Integral (até 44h / semana) <input type="checkbox"/> Parcial (até 25h / semana) <input type="checkbox"/> Turno						
Se for em turnos, quantos são? _____						
Quantos funcionários há por turno? _____						
Local e área da empresa						
A empresa é a única no terreno? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não						
Área (m ²) ocupada pela empresa: _____						
Onde é realizado o processo de carga/descarga? _____						
Nº andares ocupados pela empresa no edifício: _____						
Principais problemas encontrados na realização de carga/descarga						
Falta de vagas para carga/descarga de veículos						
Espaço inadequado para estacionamento de veículos para realizar a carga/descarga						
Ruas muito estreitas						
Legislação e regulamento inadequado/insuficiente, muito tráfego na cidade						
Restrição do acesso de veículos de carga/descarga a certas áreas urbanas						
Outros: _____						
Viagens de cargas						
A entrega de cargas é via: <input type="checkbox"/> Transportadora <input type="checkbox"/> Veículo próprio <input type="checkbox"/> Outro						
Qual? _____ Tipo? _____ Qual? _____						
Tempo médio (minutos) de descarga dos produtos: _____						



Viagens de cargas (CONTINUAÇÃO)

Tipos de veículos utilizados no recebimento de cargas:

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

Dia e horários das entregas:

Segunda-feira	Sexta-feira	00:00 - 03:59
Terça-feira	Sábado	04:00 - 07:59
Quarta-feira	Domingo	08:00 - 11:59
Quinta-feira		12:00 - 15:59
		16:00 - 19:59
		20:00 - 23:59

Tipo de carga Recebida

Tipo	Quantidade	Unidade (EX: tons, kg, pc)

Viagens de serviço

Tipo	Exemplo	Frequência	Quantidade	Origem
Pickup / van / caminhonete	-	<input type="checkbox"/> Por dia <input type="checkbox"/> Por semana <input type="checkbox"/> Quinzenal <input type="checkbox"/> Mensal		
VUC	-	<input type="checkbox"/> Por dia <input type="checkbox"/> Por semana <input type="checkbox"/> Quinzenal <input type="checkbox"/> Mensal		
Truck	-	<input type="checkbox"/> Por dia <input type="checkbox"/> Por semana <input type="checkbox"/> Quinzenal <input type="checkbox"/> Mensal		
Outro / não sabe informar	-	<input type="checkbox"/> Por dia <input type="checkbox"/> Por semana <input type="checkbox"/> Quinzenal <input type="checkbox"/> Mensal		

Dias e horários dos serviços:

Segunda-feira	Sexta-feira	00:00 - 03:59
Terça-feira	Sábado	04:00 - 07:59
Quarta-feira	Domingo	08:00 - 11:59
Quinta-feira		12:00 - 15:59
		16:00 - 19:59
		20:00 - 23:59