

GERAÇÃO DE VIAGENS DE VEÍCULOS DE CARGA E CARACTERIZAÇÃO DAS DIFICULDADES NO RECEBIMENTO DE CARGA NA REGIÃO CENTRAL DE SOROCABA-SP

RESUMO

Neste artigo são apresentados modelos de geração de viagem de carga e dificuldades no recebimento de carga na região central da cidade Sorocaba-SP. A pesquisa foi realizada em 120 estabelecimentos comerciais de vários setores de atuação, localizados na região central da cidade. Foram desenvolvidos 5 modelos de regressão linear, sendo 2 modelos para desenvolvidos para todos os estabelecimentos e 3 modelos observando apenas os estabelecimentos de vestuário. Foram utilizadas como variáveis independentes o número de funcionários e área dos estabelecimentos e, no caso de vestuário, também o número de clientes diários; a variável dependente utilizada foi o número de viagens de carga semanal. Os resultados mostram que, tanto o número de vagas disponíveis quanto a sua disponibilidade é insuficiente para atender as necessidades atuais da região. Logo, a flexibilização do uso de vagas da gestão de estacionamento (Zona Azul), poderia ser uma política temporária para facilitar o recebimento de carga enquanto outras medidas e políticas de acesso são desenvolvidas.

ABSTRACT

In this paper we present freight trip generation models and the difficulties of receiving cargo in the central region of the city of Sorocaba-SP. The survey was performed in 120 commercial establishments of various operating sectors, localized in the central region of the city. 5 linear regression model were developed, 2 of them for all commercial establishments and 3 models observing only the clothing establishments. The independent variables utilized were the number of employees, establishment area and, in the case of the clothing establishments, the daily number of customers, the dependent variable was the weekly number of freight trips. The results show that both the number of places available and their availability are insufficient to meet the current needs of the region. Therefore, easing the use of parking spaces (Zona Azul), could be a temporary policy to facilitate the receipt of cargo, while other .

1. INTRODUÇÃO

Com população aproximada de 650mil habitantes, a cidade de Sorocaba-SP é um importante centro de passagem de carga e, conseqüentemente, possui elevado tráfego de veículos de carga. Um estudo feito por Furquim et al. (2018), em que analisou as maiores dificuldades e desafios na entrega/recebimento das mercadorias, sob a ótica dos varejistas e transportadores que atuam nos centros urbanos de médio porte, apontou que a principal restrição é a falta de local disponível para entrega/recebimento de mercadorias nos estabelecimentos e os principais desafios logísticos são referentes à infraestrutura do local e entregas fora do horário comercial.

A partir dos desses dados, em um estudo posterior, Furquim *et al.* (2019) apresentaram uma análise espacial por meio dos métodos *Average nearest neighbor* e *Getis Gi Ord * Hot Spots*, para identificar as microrregiões no centro de Sorocaba que apresentavam os maiores problemas na entrega e recebimento de carga. Sob o ponto de vista dos varejistas, o estudo apontou problemas como a falta de espaço destinado para o recebimento de carga, alta movimentação de carga e dificuldade nos processos de recebimento de carga, contudo na região Nordeste. Os transportadores, por sua vez, apontam a falta de locais adequados para carga e descarga, bem como as restrições relacionadas ao tamanho dos veículos que podem transitar pelo local, porém na região Noroeste.

A partir de um novo levantamento de dados junto aos varejistas nessas duas regiões, esta pesquisa propõe modelos de geração de viagens de carga bem como um estudo das vagas de carga e descarga nas duas regiões (Noroeste e Nordeste), com o objetivo de orientar os decisores na tomada de decisão quanto ao gerenciamento das vagas e controle de acesso dos veículos de carga e descarga. Os dados obtidos se referem ao levantamento da quantidade de vagas dedicadas para carga e descarga, locais de proibição de parada de veículos de carga e restrições de trânsito de veículos de carga. Assim, pode-se verificar a relação entre o número de viagens e o número de vagas disponíveis de carga e descarga, além de verificar a proximidade das vagas de carga e descarga com os locais onde há concentração de maior movimentação de mercadorias.

Portanto, a pesquisa contribui para a análise da distribuição das vagas destinadas à carga e descarga, o que poderá servir de base para os gestores públicos ao propor redução de tempo no recebimento de carga na região central, trazendo melhoria para a qualidade de vida dos moradores e varejistas da região. A pesquisa também contribui por analisar o setor de vestuário, ainda não explorado em modelos de geração de viagem de carga, diferentemente de outros trabalhos realizados em *shopping centers*, bares e restaurantes, supermercados (Ebias, 2014; Reis *et al.*, 2018; Oliveira *et al.*, 2016; 2017).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Impacto da logística urbana e importância do gerenciamento das restrições aos veículos de carga

É fato que a demanda por bens e serviços dentro das cidades vem crescendo à medida que a população nas áreas urbanas cresce, e com o crescimento do *e-commerce* e entregas domiciliares, tem se tornado um problema para o abastecimento de carga (Marcucci *et al.*, 2018). Este crescimento na demanda resulta em um aumento no número de viagens de carga (Oliveira e Guerra, 2014) e este conseqüentemente resulta no aumento dos congestionamentos, poluição do ar e sonora dentro das cidades (Anand *et al.*, 2012, Iwan *et al.*, 2017).

Portanto, o aumento no número de veículos e as limitações dos espaços urbanos fazem com que as discussões relacionadas à mobilidade urbana venham ganhando importância. Segundo Dablanc (2009), muitas cidades consideram o uso caminhões dentro das áreas urbanas como algo que deve ser rigidamente regulamentado ou banido, não levando em consideração que este é um serviço que as cidades devem ajudar a organizar para que este seja eficiente.

Para lidar com este problema de distribuição de carga em áreas urbanas, Yang *et al.* (2017) afirmam que são várias as restrições para veículos de carga nas cidades, com o intuito reduzir os impactos negativos do transporte de carga. As restrições podem ser variadas, como definição de janelas de horário para tráfego de veículos de carga, por tipo de veículo (peso e dimensão) ou área. Restrições ao tráfego de veículos de carga e o uso de vagas dedicadas para carga e descarga nas áreas urbanas são algumas das possíveis soluções para tentar reduzir os problemas. A falta de áreas de carga e descarga e uma boa gestão destas vagas também podem ser uma restrição aos operadores de carga.

No entanto, as restrições de tráfego e vagas dedicadas estão presentes em várias cidades brasileiras e o uso irregular de vagas para efetuar procedimentos de carga ou descarga é comum. Além disso, nas áreas centrais das cidades brasileiras existem poucas vagas destinadas a estas operações (Oliveira e Guerra, 2014).

É necessário também que restrições na circulação de caminhões dentro das cidades sejam de fácil verificação, as informações sobre estas restrições devem ser bem sinalizadas e a cidade deve possuir condições de controlar e reforçar o seu cumprimento, como pessoas treinadas e com boa comunicação (Dablanc, 2009).

Portanto, melhorias na movimentação de carga em áreas urbanas podem causar impactos positivos na mobilidade urbana. Por exemplo, o aumento no número de vagas de cargas e

descargas, assim como o uso eficiente dessas vagas pelos operadores de carga, podem reduzir congestionamentos locais, pois contribui para a redução de ocupação irregular de vagas para carros de passeio, menor incidência de filas duplas e descargas em locais não autorizados. No entanto, tais mudanças que trazem melhorias para frotas de carga são deixadas de lado pelos governantes devido à resistência da população (Iwan, *et al.*, 2017).

2.2. Modelos de geração de viagem

A utilização de modelos de previsão de número de viagens de carga permite observar impactos de novos empreendimentos com potencial de gerar viagens de carga, para assim, mitigar a criação de novos problemas no trânsito da região, ou agravar problemas já existentes. (Souza *et al.*, 2010).

De acordo com Pani *et al.* (2018), existem dois tipos de abordagem dos modelos de carga, modelos de carga, o qual busca determinar o peso dos produtos transportados, e modelo de viagem de carga, que procura determinar o número de viagens de carga. Estes modelos são utilizados na previsão da atividade de carga, produzida ou atraída, de maneira agregada ou dividida por mercadorias (Novak *et al.*, 2011).

Novak *et al.* (2011) ainda aponta que a regressão linear é amplamente utilizada em modelos de geração de viagens de carga, isto se dá devido à simplicidade de aplicação, e à interpretação das variáveis. Oliveira *et al.* (2020) sintetiza o estado da arte dos modelos de geração de viagens, 49% dos artigos levantados pelos autores utilizam a regressão linear nos modelos de geração de viagens de carga.

Segundo Oliveira *et al.* (2020), cerca de 32% dos casos o coeficiente de determinação é utilizado como parâmetro de precisão. As variáveis independentes mais comumente utilizadas são o número de funcionários, que representam 32% dos casos, e área que representa 25% do total. Já, de acordo com Ferreira e Silva (2015), em um levantamento de trabalhos sobre análise de viagens de carga em áreas urbanas, a variável dependente mais utilizada é o número de viagens de carga, enquanto as variáveis independentes mais utilizadas são características do setor como área, número de funcionários, volume de carga transportada, tamanho da frota, número de clientes, etc. Vários são os estudos sobre modelos de geração de viagem e respectivas variáveis utilizadas, para diversos setores, como mostra a Tabela 1

Tabela 1: Estudos e respectivas variáveis dependentes e independentes utilizadas

Estudos	V. Dependents	V. Independentes
Gasparini (2008)	Número de viagens de carga	Área Total do Terreno; área construída; área de vendas; número de lojas; vagas de estacionamento; volume médio de clientes/dia; número médio de funcionários
Nuñez e Feliu (2020)	Número de viagens de carga	Número de estabelecimentos em um quilômetro quadrado
Oliveira <i>et al.</i> (2017)	Número de viagens atraídas/geradas	Área construída; capacidade do estabelecimento; número de quartos; número de unidades residenciais; número de salas; número de Alunos; número de funcionários; número de Leitos; número de vagas de estacionamento; número de lojas; capacidade da sala do cinema; número de <i>Checkout</i>
Oliveira <i>et al.</i> (2016)	Número de viagens de carga	Número de Funcionários; área do estabelecimento
Reis <i>et al.</i> (2018)	Número de viagens de carga	Área total construída; área de vendas; área de armazenagem; número de Funcionários; número de checkouts
Ebias (2014)	Número de viagens de carga	Número de Funcionários
Melo (2002)	Número de viagens de carga	Área dos estabelecimentos
Gasparini, <i>et al.</i> (2010)	Volume de viagens de veículos de carga	Área total do terreno; área construída; área de vendas; número total de lojas; número total de vagas de estacionamento de veículos de passeio; volume médio de clientes por dia; número médio de funcionários; área bruta locável; número total de lojas; número total de lojas satélite; número total de lojas âncora; número total de lojas comerciais

Gasparini (2008) afirma que a grande quantidade de variáveis diferentes, apresentadas por autores diferentes, demonstram que o transporte de carga urbana é influenciado por uma série de fatores, e não existe unanimidade entre autores em relação à predominância de determinada variável. É importante observar que o crescimento econômico e o aumento da competição trazem novas variáveis que devem ser consideradas, ou podem até mesmo influenciar o desempenho de modelos já existentes. Núñez e Feliu (2018) propõem um estudo de pontos de geração de viagens de carga na cidade de Quito no Equador, e diferente dos autores acima citados, relacionam o número de estabelecimentos presentes dentro de um quilômetro quadrado com o número de viagens de carga, sendo o primeiro a variável independente e o segundo a dependente.

Melo (2002) também faz um estudo sobre a geração viagens de carga na região urbana da cidade do Rio de Janeiro, levantando dados de lojas de vestuário, supermercados, varejo, bares e restaurantes, materiais de construção e postos de combustível. Foi utilizada a regressão linear simples, para o modelo de geração de carga de lojas comerciais, onde a variável dependente é o volume de viagens de veículos de carga e a variável independente é a área dos estabelecimentos, considerando que cada setor (supermercados, vestuário, etc.) possui sua própria equação.

Gasparini (2008) levantou diversas variáveis independentes sobre supermercados e shopping centers na cidade do Rio de Janeiro, para o desenvolvimento de modelos de geração de viagens de carga. Quando comparados com os resultados dos modelos destinados aos *shopping centers*, os resultados apresentados pelas variáveis independentes utilizadas nos modelos para supermercados apresentaram resultados mais próximos da realidade, quando levados em consideração R^2 .

Gasparini *et al.* (2010) propõem modelos para *shopping centers* e supermercados, os autores observam que modelos que levam em consideração apenas o número de viagens de cargas de caminhões apresentaram coeficiente de determinação superior aos modelos que consideravam todos os tipos de veículos no caso de *shopping centers*. Já no caso dos supermercados, os autores observam que as variáveis volume médio de clientes dia e número de funcionários tem grande influência na estimativa da demanda de veículos de carga.

Ebias (2014) propõe um modelo de geração de viagens para bares e restaurantes na região central de Belo Horizonte. Foram utilizadas como variáveis independentes a área em metros quadrados do estabelecimento, o número de funcionários e o número de dias em que o estabelecimento funciona, e a variável dependente é o número de viagens de carga. Os resultados do trabalho indicaram que a melhor correlação foi dada pela equação que utiliza o número de funcionários. O número de dias que o estabelecimento funciona apresentou um valor de correlação muito baixo. Assim, os autores verificam que para um maior número de funcionários de um estabelecimento, há o aumento no número de geração de viagens de carga.

Oliveira *et al.* (2016) propõe um modelo de geração de viagens de carga para bares, restaurantes e supermercados, na cidade de Belo Horizonte. As variáveis independentes utilizadas foram o número de funcionários e a área dos estabelecimentos, e a variável dependente foi o número de viagens de carga. A área e o número de funcionários apresentaram correlação superior ou igual a 0,70 com o número de viagens de carga para bares e restaurantes. No caso dos supermercados, apenas a área apresentou correlação igual a 0,85 com o número de viagens de carga, sendo que o número de funcionários apresenta correlação de 0,48. Assim, os autores observam que com o aumento da área, o número de viagens de carga gerado e atraído por supermercados, bares e restaurantes é maior, o mesmo é válido para o número de funcionários para o caso de bares e restaurantes.

Oliveira *et al.* (2017) apresenta modelos de geração de viagens utilizando regressão linear, para sete tipos de estabelecimentos, casas noturnas, condomínios residenciais, estabelecimentos de ensino fundamental, hospitais, institutos de ensino superior, shopping centers e supermercados. Foram propostas várias variáveis independentes para cada estabelecimento, porém, a variável área construída (m^2) foi utilizada em todos os casos, a variável independente número de funcionários é utilizada para hospitais e estabelecimentos de ensino fundamental, número de vagas de estacionamento para shopping centers, supermercados e institutos de ensino superior. Outras nove variáveis independentes diferentes foram utilizadas, distribuídas entres os tipos de estabelecimentos. Em todos os casos com exceção de hospitais, os autores observaram correlação positiva entre área dos estabelecimentos e o número de viagens geradas ou atraídas, verificando que o aumento da área (m^2) traz aumento no número de viagens atraídas ou geradas. O número de funcionários apresentou correlação igual ou superior a 0,65 em ambos

os casos no qual foi utilizado, demonstrando que estabelecimentos com maior número de funcionários atraem maior número de viagens.

Reis *et al.* (2018) utiliza regressão linear generalizada em modelos de geração de viagem de carga para supermercados na cidade de Palmas, em Tocantins, e utiliza como variáveis independentes a área total construída, área de vendas, área de armazenagem, número de funcionários e número de *checkouts*. A variável dependente utilizada foi o número de viagens de veículos de carga. Os autores apresentam três equações para definição do número mínimo, médio e máximo de viagens de carga, e as variáveis independentes que apresentaram melhores resultados nessas equações foram a área construída no caso do número de viagens mínimas, e o número de funcionários nos casos de número médio e número máximo de viagens de carga.

3. METODOLOGIA

3.1. Objeto de estudo, população e amostra

O estudo foi desenvolvido na cidade de Sorocaba que possui uma população estimada em 687 mil habitantes, ocupa a 68ª posição no ranking do PIB per capita dos municípios no estado de São Paulo e a 357ª posição no ranking brasileiro, de acordo com o IBGE. A partir do estudo de Furquim *et al.* (2019), que apontou as regiões Nordeste e Noroeste como as mais problemáticas, foram levantados o número de estabelecimentos de comércio nessas duas regiões que são majoritariamente comerciais, e possuem restrições para entrada de veículos de carga.

Primeiramente, foram feitas três visitas *in loco* para o levantamento do número de estabelecimento e para a observação do tráfego na região de estudo. Essa exploração inicial se deu por meio da visitação a todas as ruas. Em seguida, foram feitas duas visitas para levantamento das vagas de carga e descarga localizadas na região. Posteriormente, foram feitas 14 visitas para o levantamento dos dados dos estabelecimentos (local, tamanho, setor, etc.). Ao todo foram encontrados 392 estabelecimentos comerciais na região Nordeste e 182 estabelecimentos na região Noroeste, totalizando 574 estabelecimentos. Outras 7 visitas foram realizadas para aplicação de questionários.

Para a amostra de varejistas, foram recolhidos dados como tamanho (referente à comprimento da fachada), localização e tipo (vide Tabela 2). Estes estabelecimentos se encontram em uma

área de aproximadamente 5,3 km², com restrições na movimentação de cargas, somadas a um grande fluxo de pessoas e veículos.

Tabela 2: Levantamento de dados *in loco*.

Motivo	Número de visitas	Duração média das visitas	Tempo total
Levantamento do número de estabelecimentos	3	2 h	6 h
Localização das vagas de carga e descarga	2	2 h	4 h
Levantamento dos dados dos estabelecimentos	14	3,5 h	49 h
Realização dos questionários	7	4h	28h
Total de horas			59 h

Cerca de 28% dos estabelecimentos trabalham com vestuário ou bens relacionados a este setor. Restaurantes, lanchonetes e bares também ocupam boa parte dos estabelecimentos estudados, com 18% do total (Tabela 3). Os estabelecimentos foram categorizados em 12 setores distintos.

Tabela 3: Estabelecimentos divididos por setor de atuação.

Setor de atuação	Quantidade estabelecimentos	Percentual
Vestuário	159	28%
Restaurantes	101	18%
Outras	106	18%
Acessórios	38	7%
Calçados e bolsas	33	6%
Móveis	37	6%
Joalheria, Bijuterias	28	5%
Farmácia	17	3%
Tecidos	17	3%
Óticas	18	3%
Cosméticos, perfumaria	12	2%
Mercados	8	1%
Total	574	100%

O setor de restaurantes inclui lanchonetes, bares, padarias e docerias e estabelecimentos que produzem bens alimentícios de consumo imediato. Os mercados incluem estabelecimentos que comercializam bens industrializados, principalmente alimentícios e produtos de limpeza. O setor de acessórios é caracterizado pelo comércio de variedades, em sua maioria inclui lojas de capas de celular, carteiras, enfeites e outros artigos.

Dez dos estabelecimentos estudados apresentam dois pisos, o tamanho da fachada entre estes estabelecimentos varia entre 7 e 34 metros. Dentre eles, quatro atuam no setor de vestuário, sendo o restante distribuído entre os demais setores. Apenas dois estabelecimentos possuem três pisos, sendo um deles também do setor de vestuário.

Um questionário foi aplicado aos funcionários presentes nos estabelecimentos comerciais. No momento da abordagem inicial, após a identificação do pesquisador e dos objetivos da pesquisa, os próprios funcionários indicavam quem entre eles seria o mais apto a responder às perguntas. A aplicação de questionários foi realizada no período de 3 de junho a 20 de junho de 2020 na região estudada (Figura 1), por dois aplicadores, totalizando 28 horas de aplicação.

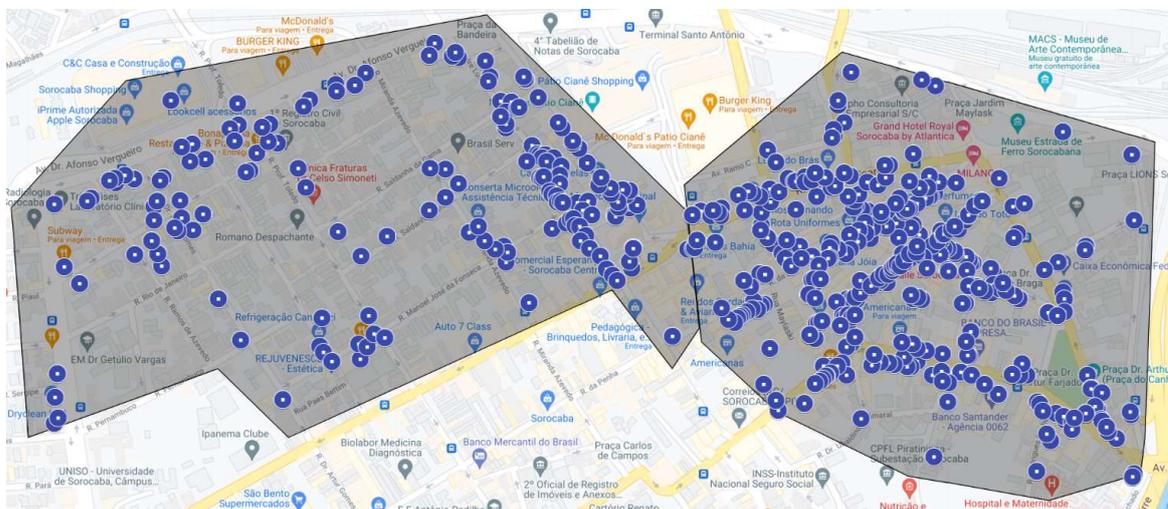


Figura 1: Distribuição física dos estabelecimentos.

Foram selecionados para a amostra estabelecimentos de maneira a respeitar as proporções de tamanho. Como exemplo da seleção da amostra, 68,3% das lojas se encontrava na região Nordeste, sendo que 30% das lojas desta região pertencem ao setor de vestuário.

incluindo domingos e feriados. Esta proibição não se estende para veículos urbanos de carga (VUC) e veículos leves de carga (VLC). VUCs são veículos de carga com comprimento máximo de 5,5 metros e largura máxima de 2,2 metros, com capacidade de carga útil superior a 1500 kg, enquanto os VLC são veículos com comprimento máximo de 6,3 metros e largura máxima de 2,2 metros, e capacidade de carga útil superior a 1500 kg (URBES, 2009.).

Além das restrições de trânsito de veículos de carga, foi implementado, na maior parte das ruas presentes na região, um sistema de gestão de estacionamento para gerenciar as vagas de veículos com exceção de vagas dedicadas. Veículos de passeio e furgões podem utilizar estas vagas desde que possuam bilhetes vendidos em lojas devidamente autorizadas pela prefeitura.

3.3. Métodos de análise e caracterização dos dados

Como método de análise dos dados, foi utilizada a regressão linear para gerar os modelos de geração viagens de cargas, sendo a variável dependente o “número de viagens de carga semanal” e como variáveis independentes a “área”, “número de funcionários” e “número de clientes”. Para a análise da necessidade e dificuldade de recebimento de mercadorias foi utilizada a análise de frequência.

Os estabelecimentos do setor de vestuário representam a maior parcela dos dados (cerca de 26%) comparados com os demais setores. Este setor também revelou alta rotatividade de carga, sendo apenas 16,6% das lojas de vestuário revelaram ter dificuldade no recebimento de mercadorias. Entender o que influencia no maior número de viagens de carga neste setor frente a um baixo índice de percepção quanto às dificuldades no recebimento dessas cargas, pode ajudar a entender esta dinâmica em outros setores e indicar iniciativas a serem adotadas pelos gestores públicos. De fato, do total de entrevistados 27,5% apontaram que possuem dificuldades no recebimento de carga. 100% dos supermercados declararam possuir dificuldades no recebimento de carga. No caso das lojas de móveis e colchões, 62,5% dos estabelecimentos declararam ter dificuldade neste quesito. 40% das lojas de presentes, 31% dos restaurantes, 31% da categoria outros, e 18% das lojas de calçados também apontaram problemas. A Tabela 4 apresenta a área dos estabelecimentos e o número de funcionários, respectivamente, para todos os setores e para o setor de vestuário em específico.

Tabela 4: Número de funcionários e área (todos os setores e vestuário).

Frequência de respostas			Frequência de respostas		
Área (m ²)	Geral	Vestuário	Número de funcionários	Geral	Vestuário
5 a 70	14%	11%	1 a 5	48%	57%
71 a 100	14%	25%	6 a 10	23%	32%
101 a 150	18%	29%	11 a 20	15%	7%
151 a 250	13%	14%	Acima de 20	1%	4%
251 a 500	14%	11%	Não responderam	13%	0%
Acima de 500	2%	4%			
Não responderam	25%	7%			

Na Tabela 4 destaca-se os estabelecimentos entre 101m² e 150m² totalizam 18%, sendo a maior parcela e a grande maioria dos estabelecimentos, representados por 48%, possui um número de funcionários menor ou igual a 5. A Tabela 5 mostra o número de clientes (por dia) para o setor de vestuário, já que é uma variável que se observou maior variação entre todos os setores; logo, o foco foi analisar somente o setor de vestuário. Destaca-se que 35% recebem entre 10 e 50 clientes diariamente.

Tabela 5: Número de clientes por dia do setor de vestuário.

Quantidade de clientes/dia	Quantidade de respostas	Percentual
10 a 20	4	14%
21 a 50	6	21%
51 a 130	5	18%
131 a 320	4	14%
321 a 500	2	7%
Acima de 500	1	4%
Não responderam	6	21%
Total	28	100%

4. RESULTADOS

4.1. Modelos de geração de viagem de carga

Foram propostos dois modelos gerais (para todos os setores) e três modelos destinados apenas ao setor de vestuário. Os resultados apresentam o número de questionários utilizados, bem como a faixa de valores das variáveis independentes em que esses estudos foram avaliados. A Tabela 6 mostra os modelos gerados, por meio das variáveis independentes/dependentes, domínio, a equação e a significância estatística.

Tabela 6: Modelos propostos

Setor	Variável Independente	Variável Dependente	Domínio	Equação	Correlação (Pearson)	R ²
Todos	Funcionários	Número de viagens de carga semanal	$1 \leq X \leq 45$	$y = 0,17$ Funcionários $+ 1,5466$	0,34	0,117
	Área	Número de viagens de carga semanal	$5m^2 \leq X \leq 700m^2$	$y = 0,0058$ Área $+ 1,6621$	0,28	0,079
Vestuário	Número de clientes por dia	Número de viagens de carga semanal	$10 \leq X \leq 700$	$y = 0,012$ Clientes $+ 0,6$ $0,0313$		0,355
	Área	Número de viagens de carga semanal	$13m^2 \leq X \leq 700m^2$	$y = 0,012$ Área $- 0,2810$	0,58	0,334
	Funcionários	Número de viagens de carga semanal	$1 \leq X \leq 45$	$y = 0,33$ Funcionários $- 0,2561$	0,84	0,703

Os dois primeiros modelos se referem a todos os setores. O primeiro modelo relaciona o número de funcionários com o número de viagens de carga, e a correlação entre as variáveis é de cerca de 0,34 e o $R^2=0,117$. Foram utilizados 105 questionários, com número de funcionários variando entre 1 e 45. O segundo modelo, relaciona a área do estabelecimento com o número de viagens de carga. A correlação entre as variáveis é de cerca de 0,28 e o $R^2=0,079$. Foram utilizados 90 questionários, com área dos estabelecimentos variando entre 5 m² e 700 m². A correlação entre as variáveis e o coeficiente de determinação é ainda mais baixa quando comparada ao modelo anterior.

Os demais modelos se referem a parcela de estabelecimentos do setor de vestuário. O modelo que relaciona o número de clientes por dia com a quantidade de viagens de carga. A correlação entre as variáveis é de 0,60 e coeficiente de determinação é de 0,355. Foram utilizados 22 questionários com número de clientes por dia variando entre 10 e 700. O modelo que relaciona a área ao número de viagens de carga apresenta correlação entre as variáveis de 0,58 e coeficiente de determinação é 0,334. Foram utilizados 26 questionários com áreas variando entre 13m² e 700m². Por último, é apresentado o modelo que relaciona o número de funcionários com o número de viagens de carga. As variáveis deste modelo apresentaram correção mais alta entre os modelos, de 0,838, e R² de 0,702807, sendo o modelo com estatísticas mais aderentes deste trabalho. 28 questionários foram utilizados neste modelo, com número de funcionários variando entre 1 e 45.

4.2. Discussões dos resultados

Os modelos dedicados ao setor de vestuário apresentaram maior significância estatística, e a variável que aparentemente tem grande influência na demanda de viagens de veículos de carga para este setor é o número de funcionários. Resultado que corrobora com os estudos de Oliveira *et al.* (2017, 2016) e Gaspari*ni *et al.* (2010).

A área apesar de apresentar correlação positiva moderada, demonstrando que há influência da área na geração de viagens de carga, não apresentou coeficiente de determinação alto, diferente do constatado Oliveira *et al.* (2017, 2016) e por Gasparini *et al.* (2010). É importante ressaltar que há grande discrepância nas áreas e número de funcionários dos estabelecimentos estudados, quando comparados com estes autores.

Diferente do observado por Oliveira *et al.* (2016, 2017), Reis *et al.* (2018) e Gasparini *et al.* (2010), o dia recebimento de carga pelos estabelecimentos estudados é incerto, em muitos casos os entrevistados afirmaram que recebem viagens semanalmente, porém, estas podem ocorrer em qualquer momento durante a semana, impossibilitando definir o dia ou horário mais frequente de movimentação de carga. Este fenômeno pode ser justificado pela natureza da movimentação de carga dos estabelecimentos menores, que em muitos casos, é feita pelo próprio proprietário, e em muitos casos com carros de passeio. Em alguns casos as entregas em

áreas exclusivas de movimentação de pedestres são realizadas fora do horário comercial, onde veículos podem transitar, desde que com autorização da prefeitura, ou carregadas das vias onde é permitida a parada de veículos, até os estabelecimentos.

Ambos os modelos propostos para a amostra de estabelecimentos apresentaram significância estatística baixa, assim, não são modelos viáveis para utilização. Gasparini *et al.* (2010) aponta que modelos utilizados para prever volume de viagens de carga que incluem vários tipos distintos de veículos apresentaram coeficientes de determinação inferiores aos modelos que observavam viagens de carga somente de caminhões. Este fato, somado à amostra heterogênea de estabelecimentos, podem ser as causas de coeficientes de determinação inferiores aos encontrados na literatura. E diferentemente do observado pelos autores nos casos de supermercados, o número de funcionários não tem influência significativa no número de viagens de carga atraída ou gerada, quando observada uma amostra heterogênea de estabelecimentos, dentro do domínio das variáveis apresentadas.

As variáveis independentes apresentaram correlação positiva fraca com a variável dependente, diferente do observado por Oliveira *et al.* (2016), onde variáveis como área e número de funcionários apresentaram correlação positiva forte, com exceção do número de funcionários no caso de mercados e supermercados.

4.3. Utilização das vagas de carga e descarga e veículos de carga

Os dados permitiram observar que 32,5% dos estabelecimentos que responderam a pesquisa fazem uso das vagas de carga e descarga. O setor que mais faz uso das vagas de carga e descarga é o de restaurantes, seguido dos setores presentes, calçados, vestuário e tecidos. Estes setores juntos representam 66,7% das respostas positivas com relação ao uso das vagas. Apesar do setor de vestuário ser o mais representativo em relação ao total dos estabelecimentos investigados, a utilização de vagas de carga e descarga é bastante limitada. Apesar de ser um setor com alta rotatividade de entregas, observou-se que as lojas menores utilizam carros de passeio para realizarem o abastecimento e, portanto, nem sempre utilizam vagas de carga e descarga. Cerca de 54,84% dos estabelecimentos que compreendem o setor de vestuário fazem uso desse meio.

Os principais veículos utilizados para recebimento de carga e descarga na região central de Sorocaba são os VUCs. O estudo revelou que 41,7% dos estabelecimentos são atendidos por essa classificação de veículo. Em seguida, os carros atendem 30,8% dos estabelecimentos consultados. Diferentemente dos VUCs, os carros podem utilizar o sistema de gestão de vagas presente na região. A Tabela 7 apresenta a frequência de utilização dos veículos para recebimento de carga.

Tabela 7: Veículos de carga e descarga.

Tipo de veículo	Quantidade de menções	% de estabelecimentos
Veículo urbano de carga (VUC)	50	41,7%
Carro	37	30,8%
Motocicleta	15	12,5%
Van	12	10%
Correios	11	9,2%
Caminhonete	8	6,7%
Furgão	7	5,8%
Caminhão	7	5,8%
Total	147	-

As motocicletas, vans e Correios também são relevantes no transporte de produtos nessa região, e estão principalmente relacionados a produtos de pequeno porte, comercializados principalmente em lojas e em estabelecimentos como óticas, joalherias e farmácias. Estes meios de recebimento de carga também têm vantagens com relação ao uso de áreas de gestão de estacionamento (Zona Azul), transitando mais facilmente em locais de difícil acesso.

4.4. Dificuldades no recebimento de carga e descarga

Cerca de 27,5% declararam que possuem dificuldades no recebimento de carga na região. A Figura 3 indica a porcentagem de estabelecimentos por setor que apresentaram dificuldades. Os setores de óticas e de joalherias são os menos afetados. 100% das óticas recebem e enviam mercadorias por meio de motocicletas e Correios. Vale ressaltar que uma das unidades dos Correios se encontra muito próximo desses estabelecimentos. Apenas uma das joalherias utiliza

veículos urbanos de carga para receber mercadorias, enquanto o restante dos estabelecimentos faz uso dos Correios, carro ou motocicleta.

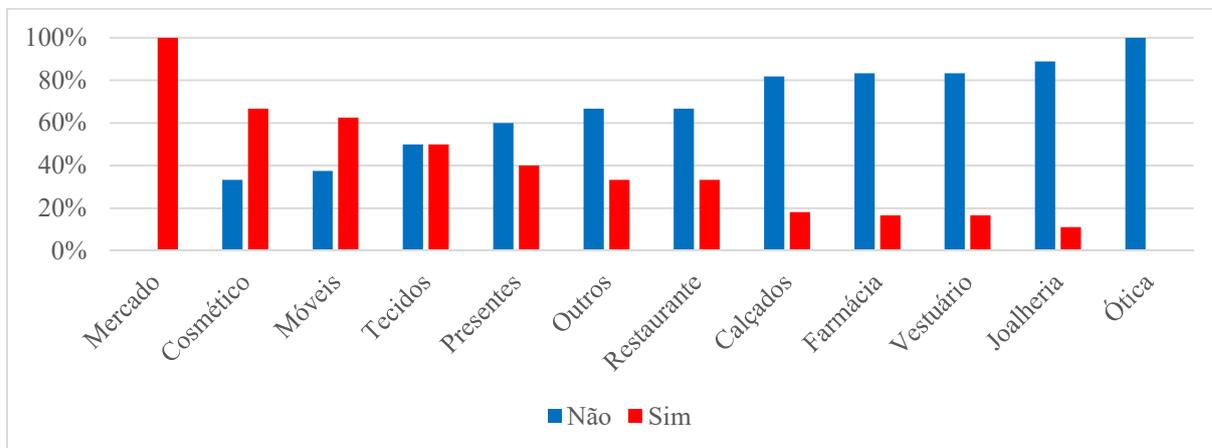


Figura 3: Dificuldade de recebimento de carga por setor de atuação

Todos os mercados que responderam a pesquisa relatam dificuldades no recebimento de carga. É importante ressaltar que todos os estabelecimentos desse setor recebem carga por meio de veículos urbanos de carga ou veículos maiores que só podem transitar fora do horário comercial. Os estabelecimentos se encontram em uma rua movimentada e não muito distante de um conjunto de vagas de carga e descarga, mas ainda assim, relatam a dificuldade de encontrar vagas livres devido o grande fluxo de veículos.

Mais de 60% dos estabelecimentos de móveis e colchões relataram dificuldades no recebimento de carga, sendo que 80% dessas reclamações estão relacionadas à distância entre as vagas e os estabelecimentos. Esse contexto se torna ainda mais problemático quando combinado a mercadorias de tamanho e peso elevados, inviabilizando o uso dessas vagas.

As dificuldades expostas pelos comerciantes, de todos os setores, foram classificadas conforme a Tabela 8, onde consta o número de estabelecimentos com a dificuldade e a porcentagem em relação ao total dos locais investigados. Não foi realizada a soma total das porcentagens, pois o mesmo estabelecimento pode apontar mais de uma dificuldade. Desse modo, 33 estabelecimentos, que sinalizaram a dificuldade no recebimento de carga, apontaram 43 dificuldades distintas.

Tabela 8: Dificuldades do recebimento de carga e descarga

Dificuldades relatadas	Quantidade de menções	% de estabelecimentos
Faltas de vagas	18	15%
Distância das vagas	7	5,8%
Recebimento fora do horário comercial	4	3,3%
Restrição de circulação de veículos	3	2,5%
Área exclusiva para pedestres	2	1,7%
Zona azul	2	1,7%
Outros	7	5,8%
Total	43	-

É possível observar que, mesmo com a existência de regiões exclusivas para pedestres, o número de estabelecimentos que tem dificuldades no recebimento de carga devido à esta restrição ou a outras restrições de circulação de veículos é pequeno. As dificuldades se concentram principalmente no baixo número de vagas e na distância destas em relação aos estabelecimentos, em alguns casos a distância pode estar relacionada com as áreas exclusivas para pedestres, por outro lado, as áreas exclusivas foram apontadas como dificuldade por uma parcela muito pequena dos estabelecimentos. Sendo que, 15% de todos os estabelecimentos entrevistados apontam que a falta de vagas de carga e descarga é a principal dificuldade no recebimento de mercadorias.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que o modelo de geração de viagens de carga para vestuário - que relaciona funcionários com o número de viagens de carga para estabelecimentos – obteve maior aderência na pesquisa. Os modelos que utilizam área e número de clientes para vestuário, apesar de possuírem coeficiente de determinação inferior, também apontam correlação entre as variáveis. Já no caso dos modelos gerais, aplicados tendo em vista toda a amostra de estabelecimentos, apresentaram pouca significância estatística entre as variáveis.

Assim, outras abordagens, como modelos de geração de viagens de cargas diretamente relacionados a categorias específicas de veículos, como apontado por Gasparini *et al.* (2010),

podem produzir melhores resultados. No estudo fica evidenciado que o papel do carro de passeio na movimentação de carga é significativo na zona urbana. Estudos de viagens de carga diretamente relacionados a este tipo de veículo, com motivação de seu uso, vantagens e desvantagens observadas pelos lojistas são necessários.

Este estudo deixa claro que há a necessidade de levar em consideração as necessidades dos estabelecimentos para determinar políticas públicas de movimentação de carga e distribuição de vagas de carga e descarga. Tanto o número de vagas disponíveis quanto a sua disponibilidade parece ser insuficiente para atender as necessidades atuais da região. Estudos futuros na localização das vagas de carga e descarga podem usar programação inteira mista, como o apresentado por Prata *et al.* (2018), para apresentar possibilidades de melhoria na distribuição das vagas de carga e descarga nesta região. A combinação de ambas as estratégias traria melhorias no planejamento da distribuição de carga urbana na região. A flexibilização do uso de vagas da gestão de estacionamento (Zona Azul), poderia ser uma política temporária para facilitar o recebimento de carga.

A maior barreira no momento da aplicação dos questionários e no levantamento de dados foi a falta de informação por parte dos funcionários, que apesar de muitas vezes estarem dispostos a responder e auxiliar na pesquisa, desconheciam informações relevantes do estabelecimento, como número de vendas diárias, recebimento de carga, ou até mesmo, o número de funcionários. Outro empecilho observado foi o receio por parte de alguns lojistas em responder questionários. Mesmo quando esclarecidas a finalidade e a origem da pesquisa, perguntas como a procedência do questionário e finalidade eram frequentes.

Em estudos futuros, o uso de fontes de informações como cadastro dos estabelecimentos junto a prefeitura, junta comercial, certificados de licença e altos de vistoria do corpo de bombeiros, podem fornecer informações mais precisas com relação a características físicas dos estabelecimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anand, N.; Q. Hans; R. van Duin e L. Tavasszy (2012) City logistics modeling efforts: Trends and gaps - A review. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 39, p. 101–115. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812005617>

- Dablanc, L. (2009) *Freight Transport for Development Toolkit: Urban Freight*. Transport Research Support. DFID – Department for International Development, Washington DC.
- Ebias, D. G. (2014) *Um estudo exploratório do modelo de geração de viagens para bares e restaurantes na região central de Belo Horizonte*. 101 p. Dissertação (Mestrado de Geotecnia e Transportes) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9RWFGY/1/geotecniatransportes_danielgoncalvesebias_dissertacao.pdf
- Ferreira, B. L. G. e M. A. V. Silva (2015) Análise de geração de viagens de carga em área urbana. *Anais do XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transportes da Anpet*, ANPET, Ouro Preto, p. 1110–1119. http://146.164.5.73:20080/ssat/interface/content/anais_2015/TrabalhosFormatados/AC1014.pdf
- Furquim, T. S. G.; R. L. M. de Oliveira e J. G. V. Vieira (2019) Retailers and carriers' viewpoint on Sorocaba's city logistics: a spatial analysis. *Urbe, Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 12, e20190140. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-33692020000100206&lng=en&nrm=iso
- Furquim, T. S. G.; J. G. V. Vieira e R. M. Oliveira (2018) Restrições de carga urbana e desafios logísticos: Percepção de varejistas e motoristas em Sorocaba. *Transportes*, v. 26, n. 1, p. 142–156. <https://doi.org/10.14295/transportes.v26i1.1354>
- Gasparini, A. (2008) *Atratividade do Transporte de Carga Para Pólos Geradores de Viagem em Áreas Urbanas*. 256 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Transportes. Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro. <http://transportes.ime.eb.br/DISSERTA%C3%87%C3%95ES/246.pdf>
- Gasparini, A.; V. B. G. Campos e M. A. D'agosto (2010) Modelos para Estimativa da Demanda de Viagens de Veículos de Carga para Supermercados e Shopping-centers. *Transportes*, v. 18, n. 1, p. 58–65. <https://doi.org/10.14295/transportes.v18i1.383>
- IBGE (2018), *PIB per capita*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sorocaba/panorama>
- Iwan, S.; K. Kijewska; B. G. Johansen; O. Eidhammer; K. Malecki; W. Konicki e R. G. Thompson (2017) Analysis of the environmental impacts of unloading bays based on cellular automata simulation. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, v. 61, p. 104–117. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1361920916303881>
- Melo, I. C. B. (2002) *Avaliação de demanda por transporte de carga em áreas urbanas*. 173 p. Dissertação de Mestrado. Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro.
- Nathanail, E; G. Adamos e M. Gogas (2017) A novel approach for assessing sustainable city logistics. *Transportation Research Procedia*, v. 25, p. 1036–1045. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812005617>
- Novak, D. C; C. Hodgdon; F. Guo e L. Aultman-Hall (2011) Nationwide Freight Generation Models: A Spatial Regression Approach. *Networks and Spatial Economics*, v. 11, n. 1, p. 23–41.
- Nuñez, C. S e J. G. Feliu (2020) Freight trip generation modeling and data collection processes in Latin American cities: Modeling framework for Quito and generalization issues. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 132, p. 226–241. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.10.013>

- Oliveira, L. K e E. D. Guerra (2014) A Diagnosis Methodology for Urban Goods Distribution: A Case Study in Belo Horizonte City (Brazil). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 125, p. 199–211. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812005617>
- Oliveira, L. K. ; R. T. Herédia; B. V. Bertoncini e R. L. M. Oliveira (2020) Freight Trip Generation to Buildings under Construction: A Comparative Analysis with Linear Regression and Generalized Linear Regression. *Transportes*, v. 28, n. 5, p. 28–41.
- Oliveira, L. K; R. L. M. Oliveira; C. M. F. Ramos e D. G. Ebias (2016) Modelo de geração de viagens de carga em áreas urbanas: um estudo para bares, restaurantes e supermercados. *Transportes*, v. 24, n. 2, p. 53–67. <https://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/view/1058/591>
- Oliveira, L. K.; L. C. M. Stubbs; N. T. Gontijo e R. L. M. Oliveira (2017) Proposição de Modelos de Geração de Viagens para Belo Horizonte. *Transportes*, v. 25, n. 2, p. 137–155.
- Pani, A; P. K. Sahu; G. R. Patil e A. K. Sarkara (2018) Modelling urban freight generation: A case study of seven cities in Kerala, India. *Transport Policy*, v. 69, p. 49–64. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0967070X17304535>
- Prata, B. A.; L. K. Oliveira e T. C. Holanda (2018) Locating On-street Loading and Unloading Spaces by Means of Mixed Integer Programming. *Transportes*, v. 26, n. 1, p. 16–29. <https://doi.org/10.14295/transportes.v26i1.1051>
- Reis, P. I. A. M.; L. S. F. P. Bracarense e L. K. Oliveira (2018) Geração de Viagens de Veículos de Carga por Supermercados: Estudo Aplicado a Palmas - TO. *Anais do XXXII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes da ANPET*, n. 32, p. 3089-3100. <https://doi.org/10.14295/transportes.v24i2.1058>
- Souza, C. D. R.; S. D. Silva e M. A. D’agosto (2010) Modelos de geração de viagem para pólos geradores de viagens de cargas. *Transportes*, v. 18, n. 1, p. 46–57. <https://doi.org/10.14295/transportes.v18i1.396>
- Taniguchi, E; R. G. Thompson e T. Yamada (2014) Concepts and Visions for Urban Transport and Logistics Relating to Human Security. *In: Taniguchi, E; T. F. Fwa e R. G. Thompson (eds.) Urban Transportation and Logistics: Health, Safety, and Security Concerns*. CRC Press, Boca Raton.
- URBES (2019) *Resolução n.º 006/2009*. Empresa de Desenvolvimento Urbano e Social de Sorocaba, Sorocaba, SP. <https://www.urbes.com.br/uploads/d1004-caminhoesresolucao006-2009.pdf>