

Viagens de caminhões em áreas urbanas e sua relação com variáveis socioeconômicas

Truck trips in urban areas and its relation to socioeconomic variables

Beatriz Lagnier Gil Ferreira¹ - Univ. Fed. do Rio de Janeiro - Inst. Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia - Programa de Engenharia de Transportes
Marcelino Aurélio Vieira da Silva² - Univ. Fed. do Rio de Janeiro - Inst. Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia - Programa de Engenharia de Transportes

RESUMO O objetivo deste artigo é identificar na literatura variáveis explicativas e métodos matemáticos frequentemente utilizados em modelos de geração de viagens de carga, e selecionar, dentre as encontradas, variáveis que possam ser usadas para auxiliar na compreensão do fluxo de cargas, considerando o caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ). A etapa de identificação na literatura foi realizada por meio de uma revisão bibliográfica sistemática, em que foram encontradas variáveis relacionadas ao estabelecimento, como número de empregados, área construída, número de lojas, entre outras; e relacionadas à socioeconomia da região, como população, número de domicílios, e empregos na região. Foram testadas as relações entre fluxo de carga na RMRJ e variáveis socioeconômicas (população, emprego e domicílios), utilizando os métodos de taxas de viagens e regressão linear. Os resultados mostram que todas as variáveis podem explicar a geração de viagens de carga, sendo domicílios e população as que apresentaram melhor relação com o fluxo de cargas.

Palavras-chave Transporte urbano de carga. Geração de viagens de carga. Taxa de viagens.

ABSTRACT *The purpose of this paper is to analyze variables and freight trip generation (FTG) models in the literature in order to identify which variables can be used to explain FTG in urban areas. The variables found are establishment-based, such as number of employees, gross floor area, and number of stores, among others; and related to the territory, such as population, number of households, and jobs in the region. Three variables were selected (population, households and employment) and tested using data from the metropolitan region of Rio de Janeiro via two methods: travel rates and linear regression. The results show that all variables can explain FTG, but households and population presented a closer association with freight flow.*

Keywords *Freight trip generation. Urban freight transport. Trip rates.*

1. Av. Horácio Macedo, n. 2030, Centro de Tecnologia, Bloco H, sala 111, Cidade Universitária, CEP 21.949-900, Rio de Janeiro-RJ, beatrizlgf@pet.coppe.ufrj.br

2. marcelino@pet.coppe.ufrj.br

FERREIRA, B. L. G.; SILVA, M. A. V. Viagens de caminhões em áreas urbanas e sua relação com variáveis socioeconômicas. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 11, nº 4, out-dez/2016, p. 197-212.

DOI: 0.15675/gepros.v11i4.1566

1. INTRODUÇÃO

O transporte urbano de carga (TUC) é responsável por disponibilizar mercadorias aos setores da economia e promover a coleta de resíduos gerados nas cidades. Sua operação impacta diretamente a economia de uma região, tanto em termos de geração de renda, como de criação e manutenção de empregos, e a sua eficiência e eficácia é uma condição necessária para a competitividade econômica regional e empresarial. (FELIU et al, 2014; ALLEN et al., 2000; DUTRA, 2004; OECD, 2003).

Contudo, por mais que a diminuição de custos e de tempos de viagem melhorem o desenvolvimento econômico e social da região, a atividade do TUC ainda exerce um impacto significativo sobre o sistema viário urbano, constituindo um desafio para as autoridades locais que, por não compreender como a atividade se desenvolve em seu território, não sabem como minimizar seus impactos (DABLANC, 2007; MARRA, 1999; VAN BINSBERGEN ; VISSSEN, 2001).

Para auxiliar nessa questão, podem ser utilizados modelos de projeção de demanda que auxiliam no entendimento de fatores que influenciam o transporte, dando suporte à adoção de políticas mais adequadas para minimizar o impacto causado pelo TUC. Dentre os modelos existentes, o mais empregado no planejamento de transportes é o Modelo de Sequencial, cuja primeira etapa é a Geração de Viagens, responsável por estimar as viagens produzidas e atraídas em uma determinada área, que podem ser diretamente afetadas por características do território (MARRA, 1999; GONÇALVES, 1992; NUZZOLO et al., 2011; CAMPOS, 2013; GASPARINI, 2008)

Entretanto, a complexidade do transporte de carga tem limitado o desenvolvimento de metodologias de modelagem, uma vez que os fatores que determinam a quantidade e o tipo de carga movimentada não são totalmente compreendidos. Constata-se, então, que um melhor entendimento das variáveis que influenciam a demanda pelo transporte de carga, e sua conexão com uso do solo, pode ajudar a fornecer as previsões de demanda mais precisas e melhor quantificação dos impactos da atividade de tráfego de mercadorias. (LAWSON et al., 2012; TRB, 2012).

Desta forma, entender quais as variáveis e modelos que explicam a geração de viagens de carga em área urbana é questão essencial, e encontrar essas variáveis e modelos constitui o problema de pesquisa deste trabalho. Tem-se como hipótese principal do trabalho que seria possível explicar a geração de viagens em cargas urbanas a partir de variáveis socioeconômicas.

O objetivo deste trabalho é identificar na literatura variáveis explicativas e métodos matemáticos frequentemente utilizados em modelos de geração de viagens de carga, e selecionar, dentre as encontradas, variáveis que possam ser usadas para auxiliar na compreensão do fluxo de cargas, considerando o caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).

A seção 2, após esta introdução, aponta os conceitos de geração de viagens e apresenta e analisa os resultados da revisão bibliográfica de modelos e variáveis. Na seção 3, são descritos os materiais e métodos empregados. Na seção 4 o estudo de caso é exposto e seus resultados são discutidos e, por fim, na seção 5 são feitas as conclusões.

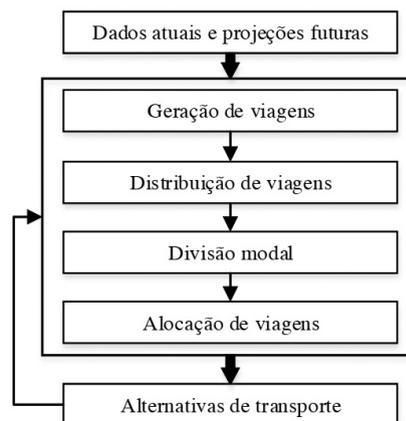
2. GERAÇÃO DE VIAGENS

O planejamento de transportes visa adequar a oferta de transporte com a demanda existente ou futura de uma região, realizando um equacionamento adequado dos sistemas de transportes. Para isso, é necessário realizar uma estimativa da demanda, sem a qual não é possível definir a medida mais apropriada a ser implantada (CAMPOS, 2013; LOPES, 2005).

A estimativa da demanda pode ser feita por meio de modelos de projeção com base em métodos matemáticos, que procuram identificar o comportamento desta e desenvolver, avaliar e testar planos alternativos mais realísticos, bem como facilitar o entendimento de fatores que influenciam o desenvolvimento do uso do solo, podendo, assim, definir alternativas que melhor se adaptem à realidade da região em estudo. Dentre os modelos existentes, o mais empregado no planejamento de transportes é o Modelo Sequencial (ou Modelo de Quatro Etapas), que se baseia nas relações do transporte com as características socioeconômicas da região. (MARRA, 1999; CAMPOS, 2013; GONÇALVES, 1992; NUZZOLO et al., 2011).

A Figura 1 apresenta a estrutura do Modelo Sequencial de acordo com Campos (2013), que recebe esse nome pelo fato de se desenvolver numa sequência de análise, cujo resultado é o ponto de partida da etapa seguinte.

Figura 1 – Estrutura do Modelo Sequencial.



Fonte: Campos, 2013.

A etapa de Geração de Viagens, foco deste estudo, visa estimar o número total de viagens produzidas (originadas na zona de tráfego em estudo) e viagens atraídas (aquelas cujo destino é a zona), sem necessariamente se importar com as conexões entre origens e destinos. Desta forma, a geração de viagens é traduzida como a soma entre a produção e atração de viagens em uma mesma zona (CAMPOS, 2013).

No transporte rodoviário de carga, as viagens geradas podem ser estimadas em termos de número de viagens (ou veículos) ou volume de carga transportada. Os modelos baseados em volume de carga admitem que a demanda por cargas depende da demanda por mercadorias, sendo as viagens dos veículos apenas um suprimento desta demanda, gerada essencialmente por produtores e consumidores. Por outro lado, torna-se especialmente interessante modelar as viagens de veículos, visto que muitos dos problemas e custos decorrentes da movimentação de cargas urbanas resultam da presença destes nas vias. A escolha pelo tipo de modelo a ser adotado depende não só dos objetivos do planejador, mas também da disponibilidade e consistência de dados (MARRA, 1999; KULPA, 2014).

Na etapa de Geração de Viagens são empregados métodos matemáticos que buscam uma relação entre o número de viagens realizadas (variável dependente) e os vários fatores que influenciam as viagens (variáveis independentes ou explicativas) fornecendo, desta forma, as estimativas necessárias à área de planejamento de transportes (CAMPOS, 2013).

Para identificar quais são os métodos matemáticos e variáveis mais utilizados em trabalhos nacionais e internacionais, foi feita uma revisão bibliográfica sistemática seguindo o procedimento descrito na seção 3. Foram incluídos na revisão 25 trabalhos, nacionais e internacionais, a partir dos quais se extraiu informações sobre variáveis dependentes, independentes e os métodos matemáticos.

A título de simplificação, as variáveis independentes encontradas na literatura foram classificadas em nove categorias, que refletem características relacionadas ao estabelecimento (setor de atividade estudado) ou à socioeconomia da região. O Quadro 1 apresenta as categorias, seus tipos e exemplifica as variáveis encontradas.

Quadro 1 – Variáveis independentes e sua categoria de classificação.

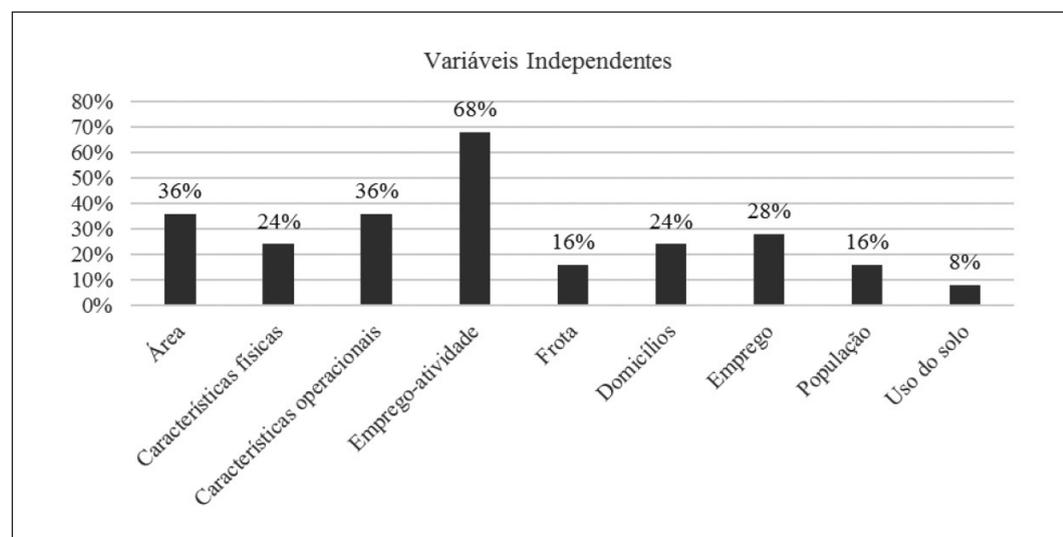
Tipo	Categoria	Variáveis utilizadas
Estabelecimento/ Atividade	Área	Área construída, área de vendas
	Características físicas	Número de estabelecimentos/lojas /empresas/ escritórios Vagas de estacionamento
	Características operacionais	Carga horária trabalhada/Dias de funcionamento Carga própria da empresa Distância percorrida Número de fornecedores Número/volume de unidades entregues Volume médio de clientes
	Emprego-atividade	Emprego por setor de atividade Número de empregados por estabelecimento
	Frota	Tamanho da frota própria
Socioeconômicas	Domicílios	Número de domicílios na zona
	Emprego	Total de empregos por zona
	População	População residente na zona Renda média per capita
	Uso do solo	Tipo de uso do solo

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Tabela 1 apresenta uma síntese dos estudos encontrados considerando as variáveis dependentes, independentes e o método matemático usados. Dentre as variáveis dependentes, vê-se que a mais utilizada é número de viagens, sendo observado em 84% dos trabalhos consultados, enquanto que volume de carga foi visto em somente 16%.

A Figura 2 ilustra os resultados da revisão considerando as variáveis independentes, nas quais se observam que a mais utilizada foi referente a emprego, em que Emprego (atividade) foi encontrada em 68% dos trabalhos, enquanto que Emprego (socioeconômica) aparece em 28% dos estudos. A primeira se refere ao número de empregos do estabelecimento ou setor de atividade em questão, enquanto que a segunda representa o total de empregos na região. Ao unir ambas categorias, percebe-se que indicadores de empregos são fortes candidatos a variáveis explicativas em modelos de geração de viagens, dado que 84% trabalhos utilizaram alguma forma deste indicador.

Figura 2 – Variáveis independentes encontradas na revisão bibliográfica sistemática.



Fonte: Elaborado pelos autores.

As demais variáveis, em ordem de incidência nos estudos, foram: Área (36%), Características operacionais (36%), Características físicas (24%), Domicílios na zona (24%), Frota (16%), População (16%) e Uso do solo (8%). Desses resultados, percebe-se que grande parte dos trabalhos encontrados estudam a geração de viagens a partir de estabelecimentos comerciais existentes na zona de tráfego, uma vez que focam em características operacionais ou dimensionais de empresas (por exemplo: área construída, número de funcionários, tamanho da frota etc.) ou do setor de atividade. Além disso, ainda que em menor quantidade, foi verificado o uso de variáveis territoriais como população, renda média per capita, domicílios, emprego e tipo de uso do solo, ou seja, informações relacionadas à socioeconomia e à dinâmica de uso do solo do local, hipótese principal deste artigo.

Tabela 1 – Revisão de modelos de geração de viagens e suas variáveis dependentes e independentes.

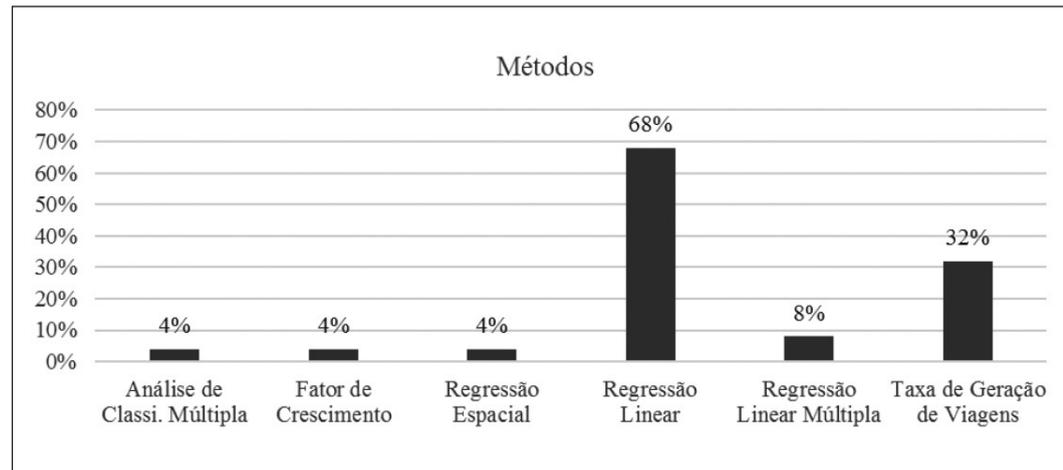
Trabalhos	Variável dependente		Variável Independente							Métodos					
	Número de viagens	Volume de carga	Estabelecimento/atividade				Socioeconômicas			Análise de Class. Múltipla	Fator de Crescimento	Regressão Espacial	Regressão Linear	Regressão Linear Múltipla	Taxa de Geração de Viagens
			Área	Características físicas	Características operacionais	Emprego	Frota	Emprego	Domicílios						
Alho e Silva, 2014	X				X	X							X		
Allen, 2002	X					X			X				X		
Bastida e Holguín-Veras, 2009	X			X	X	X	X						X		
Campos e Melo, 2004	X		X		X		X						X		
Ebias, 2014	X		X		X	X							X		
Gasparini, 2008	X		X	X	X	X							X		
Hutchinson, 1974	X			X	X	X	X							X	
Iding, Meester e Tavasszy, 2002	X		X			X							X		
ITE, 1995	X			X		X							X		
ITE, 2008	X					X								X	
Kulpa, 2014	X			X		X		X					X	X	
Lawson et al., 2012	X					X				X	X		X	X	
Marra, 1999		X	X						X				X ¹		
Melo, 2002	X		X		X		X						X		
Novak et al., 2011		X						X				X	X		
Ogden, 1977	X					X		X	X	X			X		
Ogden, 1992		X	X		X			X	X	X			X		
Silva e Waisman, 2007	X		X			X							X		
TMIP, 1996		X			X	X						X			
TRB, 2001	X					X							X		
TRB, 2008	X		X			X		X	X				X	X	
TRB, 2011	X			X		X							X	X	
TRB, 2012 ²	X							X						X	
TRB, 2012 ²	X								X		X			X	
TRB, 2012 ²	X							X	X					X	

Nota: 1. Também utilizou regressões logarítmicas, exponenciais e polinomiais; 2. Diferentes estudos de caso.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerando os métodos matemáticos encontrados, ilustrados na Figura 3, observa-se que os mais utilizados são o método de Regressão Linear, simples ou múltipla, e o de Taxa de Viagens. O método de Regressão Linear visa construir uma função linear ou não linear entre o número de viagens geradas e uma, ou mais, variáveis explicativas. Já o método das Taxas de Viagem representa o número de viagens geradas por unidade de uma única variável explicativa.

Figura 3 – Resultados da revisão dos métodos matemáticos.

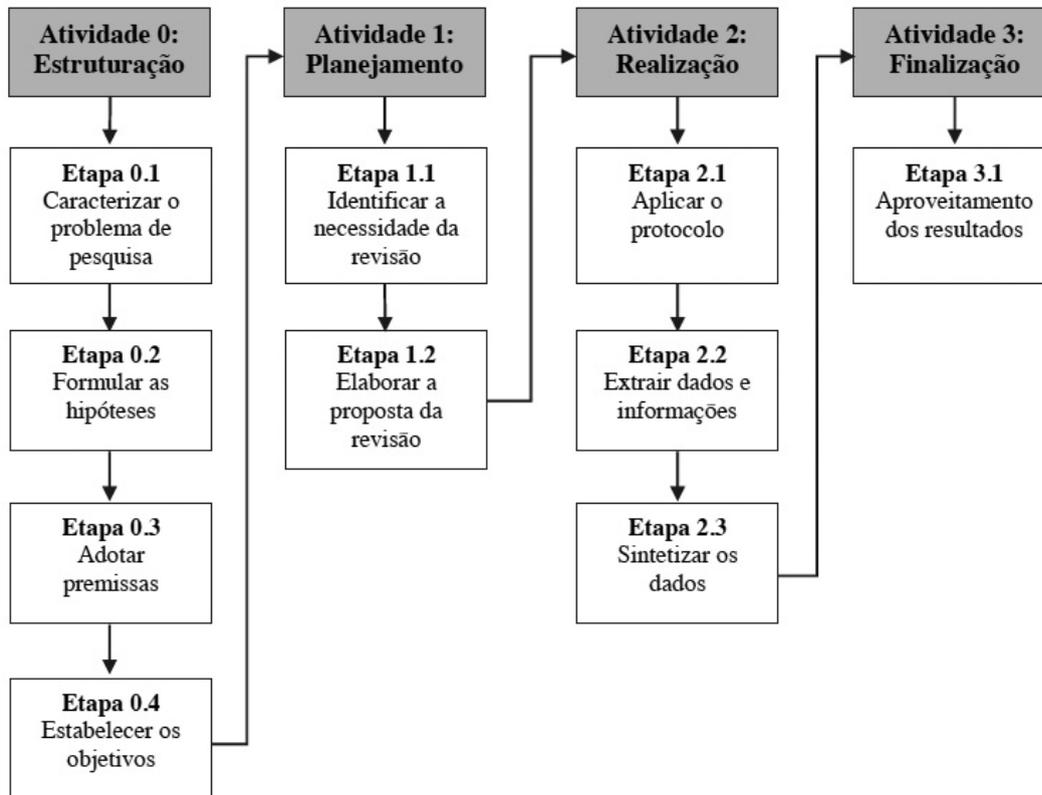


Fonte: Elaborado pelos autores.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho realizou uma revisão bibliográfica sistemática, que segundo Kitchenham (2007), consiste em um meio de identificar, avaliar e interpretar um grande número de pesquisas disponíveis relevantes para uma determinada questão de pesquisa. Foi elaborado um procedimento, adaptado de Kitchenham (2007), e apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Procedimento de revisão sistemática.



Fonte: Adaptado de Kitchenham (2007).

A Atividade 0 constitui uma fase preliminar, e consiste na estruturação do trabalho em si, onde se caracteriza o problema de pesquisa, se formulam as hipóteses, adotam-se premissas e estabelecem-se os objetivos. A partir desta Atividade, tem-se a base para desenvolver as demais atividades do procedimento.

A Atividade 1 é caracterizada por se desdobrar em duas etapas: Etapa 1.1 - Identificação da necessidade de revisão e Etapa 1.2 - Desenvolvimento do protocolo da revisão. A realização da Etapa 1.1 requer um direcionamento do foco ao objetivo do trabalho, definido na atividade anterior, em que se determina a razão pela qual a revisão necessita ser realizada. No caso deste artigo, a revisão foi necessária para encontrar métodos matemáticos, variáveis dependentes e variáveis independentes mais utilizadas em modelos de geração de viagens presentes na literatura, dando base para determinar quais variáveis poderiam explicar os fluxos de carga em áreas urbanas.

Em seguida, na Etapa 1.2, desenvolve-se o protocolo da revisão, onde são estabelecidos critérios de identificação de trabalhos, detalhando a forma como os trabalhos serão coletados, qual a base de dados a ser consultada, palavras-chaves utilizadas na busca e o local de busca no texto, e tipos de trabalhos procurados. Além disso, são estabelecidos critérios de seleção, inclusão e exclusão dos trabalhos, de modo a filtrar o conteúdo encontrado e cumprir a necessidade da revisão. O Quadro 2 apresenta os critérios utilizados na realização deste trabalho.

Quadro 2 – Critérios para a revisão bibliográfica sistemática.

1. Identificação	Banco de Dados: <i>Science Direct</i> , <i>Google Acadêmico</i> , <i>Research Gate</i> , Instituições internacionais e anais de congressos Palavras-chave: geração de viagens de carga, Modelos de geração de viagem, <i>Freight generation</i> , <i>Freight trip generation</i> , <i>Freight trip generation model</i> , <i>Truck trip generation model</i> , <i>trip generation models</i> Tipos de trabalho: Periódicos científicos, relatórios técnicos, livros, teses, dissertações Local de busca no texto: Título, resumo ou palavras chaves
2. Seleção	Abordagem temática: Modelos de geração de viagens, Transporte de carga
3. Inclusão	Trabalhos com modelagem Matemática e apresentação de variáveis
4. Exclusão	Trabalhos sem modelos matemáticos e trabalhos de revisão bibliográfica

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Atividade 2 põe-se em prática o protocolo, extraíndo dados e informações e sintetizando-os, neste trabalho realizado em forma de tabela (Tabela 2). Por fim, a Atividade 3 consiste do aproveitamento dos resultados, divulgando-os, que neste caso consiste na realização deste artigo. Como resultado deste método, obtiveram-se 50 trabalhos identificados, 35 selecionados e 25 incluídos, sob os quais foram extraídos os dados para a revisão.

Para verificação da relação entre as variáveis explicativas escolhidas e a geração de viagens, foram elaborados modelos de Regressão Linear e Taxas de Viagens, visto que foram os métodos mais utilizados na literatura consultada. Foram utilizados dados do PDTU - Plano Diretor de Transportes Urbanos (2014) de número de viagens para os fluxos de carga B2B (*business to business* – empresa a empresa), B2H (*business to household* – empresa a residência) e Total (soma entre os anteriores), relativos à Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

As variáveis socioeconômicas usadas foram população residente, número de domicílios e número de empregos, e foram obtidas a partir do Censo (IBGE, 2010) e da Relação Anual de Informações - RAIS (MTE, 2013). Os dados passaram por uma análise preliminar que contou com remoção de *outliers* e consolidação de acordo com o corte geográfico escolhido (bairros).

Para o método de taxas de viagens, foi realizada uma regressão linear com auxílio do *software* Excel, considerando um nível de confiança de 95% e interceptação da reta com a origem (constante igual a zero), para assim encontrar a taxa de geração de viagens por unidade de variável explicativa. Já no método de regressão linear, os modelos foram gerados com auxílio do *software* SPSS, nas quais foram testadas todas as combinações entre as variáveis.

4. CASO DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

Os resultados da revisão bibliográfica mostram que o emprego de variáveis com base em estabelecimentos é uma prática mais comum do que o emprego de variáveis socioeconômicas, sendo este visto em 44% dos trabalhos. Entretanto, a disponibilidade de dados para o uso da primeira é muito restrita, visto que empresas e transportadoras de carga são relutantes em compartilhar dados sobre sua operação. Por outro lado, o uso de variáveis socioeconômicas utiliza informações que podem ser obtidas junto ao poder público da região em estudo, podendo ser acessada mais facilmente.

Desta forma, considerando a hipótese deste trabalho, para realização deste estudo de caso optou-se por utilizar as variáveis: população residente (vista em 16% dos trabalhos consultados), número de domicílios (presente em 24% dos trabalhos) e total de empregos na região (28% dos trabalhos), e as analisa com o intuito de verificar a relação destas com as viagens de cargas na RMRJ, a partir de dados de número de viagens de cargas fornecidos pelo PDTU.

São utilizados os métodos de taxa de geração de viagens e regressão linear e resultados são apresentados a seguir.

4.1. Taxa de geração de viagens

A Tabela 2 apresenta os resultados da regressão linear com constante nula. Observa-se, inicialmente, que todos os resultados de p-valor apresentaram valores inferiores a 0,05, ou seja, todas as variáveis são significantes e podem ser utilizadas para explicar a geração de viagens de carga.

Em seguida, atenta-se para o coeficiente de determinação (R^2), que indica a qualidade da relação entre as variáveis dependentes e independentes. Verifica-se que a melhor relação foi vista entre o fluxo B2H e a variável população, que apresentou R^2 igual a 1, de onde pode-se interpretar que regiões com maior número de população residente atrairá mais viagens de carga.

Em geral, a variável população apresentou boas relações com todos os fluxos de carga. O mesmo foi visto para a variável domicílios, cujo menor valor de R^2 ficou próximo a 0,7 e os demais próximos a 1.

O uso da variável emprego também retornou valores de R^2 razoáveis, próximos a 0,5, porém teve um desempenho inferior às demais variáveis. Todavia, não deve ser descartado como variável possível, visto que o p-valor confirma sua relação com o fluxo.

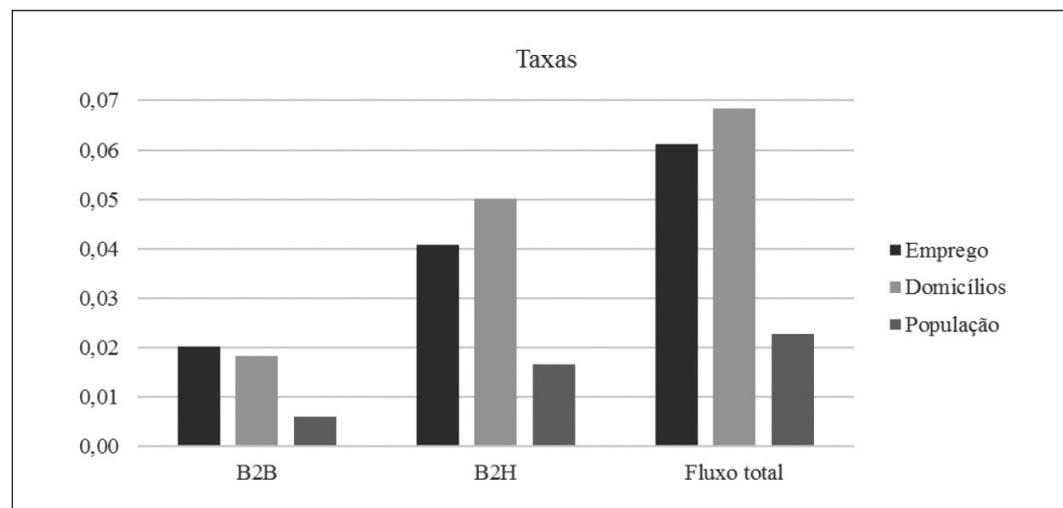
Tabela 2 – Resultados da Regressão Linear.

Variável	Emprego			Domicílios			População		
	Taxa	R^2	p-valor	Taxa	R^2	p-valor	Taxa	R^2	p-valor
B2B	0,020333	0,582	1,31x10-118	0,018279	0,689	2,83x10-158	0,006029	0,678	1,16x10-153
B2H	0,040824	0,449	1,16x10-81	0,050083	0,991	0,00	0,016729	1,00	0,00
Fluxo total	0,061158	0,527	4,47x10-102	0,068362	0,965	0,00	0,022758	0,968	0,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 5 ilustra a magnitude das taxas de geração de viagens por fluxo, associadas a cada variável. É possível ver que a variável emprego possui maior taxa no fluxo B2B, enquanto que a variação da quantidade de domicílios é a que mais gera viagens no fluxo B2H e Total. Em todos os fluxos a variável população foi a que apresentou menor variação na quantidade final de viagens.

Figura 5 – Taxas de geração de viagem por fluxo para cada variável explicativa.



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2. Regressão Linear

A Tabela 3 apresenta a melhor equação gerada para cada fluxo com o seu respectivo valor do coeficiente de determinação (R^2). A Tabela 4 informa o p-valor das variáveis de cada modelo gerado, onde vê-se que todos tiveram valores menores que 0,05, confirmando que todas as variáveis são significantes e podem explicar a geração de viagens de carga.

Tabela 3 – Resultados dos modelos de regressão linear.

Fluxo	Equação	R^2
B2B	$0,054 \text{ Emp} + 10,884$	0,980
B2H	$0,017 \text{ Pop} - 0,668$	1,00
Total	$0,061 \text{ Dom} + 0,011 \text{ Emp} + 14,412$	0,955

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 4 – Resultados de p-valor das variáveis de cada um dos modelos.

Fluxo	p-valor
B2B	$3,73 \times 10^{-116}$
B2H	0,00
Total	0,00 (Dom); $1,75 \times 10^{-97}$ (Emp)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Destaca-se que tanto para o fluxo B2B como para o fluxo B2H, a melhor equação foi resultado de uma regressão linear simples, ao passo que para o fluxo total, foi uma regressão linear múltipla. Além disso, todos os modelos obtiveram resultados excelentes de R^2 , próximos a 1, indicando que as equações geradas são capazes de prever valores muito próximos dos reais

Para verificar a não existência de multicolinearidade entre as variáveis do modelo de regressão múltipla para o fluxo total, foi calculado o valor de VIF (fator de inflação de variância). Como resultado, obteve-se 1,2, indicando que as variáveis não são colineares entre si.

5. CONCLUSÃO

Este artigo cumpriu com seu objetivo de identificar na literatura variáveis explicativas e métodos matemáticos utilizados em modelos de geração de viagens de carga. Dos 25 trabalhos incluídos na revisão, identificou-se que a variável dependente mais utilizada é número de viagens, ao passo que as variáveis independentes empregadas mais frequentemente dizem respeito às características do estabelecimento ou setor de atividade, como área, número de empregados, volume de carga transportada, tamanho da frota, número de clientes/fornecedores, entre outros. Também se percebeu o emprego de variáveis socioeconômicas como emprego, domicílios e população. Em relação aos métodos matemáticos, viu-se que os mais utilizados são regressão linear e taxa de viagens.

O artigo também possuía o objetivo analisar se as variáveis encontradas na literatura podem ser relacionadas com a geração de viagens de carga, considerando o caso da RMRJ. De acordo com os resultados do p-valor das variáveis para os modelos gerados, todas são relevantes e podem ser usadas na previsão de demanda de viagens de carga.

Além disso, com base nos resultados encontrados foi possível verificar que o fluxo de carga B2H possui alta relação com a população residente, visto que em ambos os métodos os modelos com essa variável obtiveram ótimos resultados, com R^2 igual a 1, ou seja, as equações geradas são capazes de prever valores de viagens deste fluxo muito próximos da realidade. A partir da confirmação da existência da relação linear entre essas variáveis, pode-se concluir que áreas com alta concentração de habitantes tendem a receber maiores fluxos de carga, ou seja, locais com esta característica devem apresentar boas condições espaciais para receber esse tipo de atividade, como por exemplo, locais para carga e descarga e vias com dimensões adequadas para receber o tráfego de veículos de carga, de modo a reduzir os impactos causado pelo TUC.

A variável emprego no método de taxas obteve os piores resultados, entretanto, no método de regressão linear, foi a que apresentou melhor relação com o fluxo B2B e foi incluída no modelo de regressão múltipla do fluxo total. Considerando o fluxo B2B, viu-se que o método de regressão linear, que utilizou a variável emprego, foi significativamente melhor que o de taxas de viagens, cuja melhor relação foi com a variável domicílios, dado a elevação de R^2 .

O fluxo total, por sua vez, apresentou, no método de taxas de viagens, melhores relações com as variáveis população e domicílios. Já na regressão linear, a melhor relação foi a combinação das variáveis emprego e domicílios. Em ambos os métodos, os valores de R^2 ficaram próximos a 1.

Sendo assim, constata-se que este trabalho foi capaz de responder seu problema de pesquisa e validar sua hipótese de que variáveis socioeconômicas podem explicar a geração de viagens de carga em áreas urbanas.

6. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro para elaboração deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALHO, A.; SILVA, J. A. Freight-Trip Generation Model. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, v. 2411, 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**. University of Westminster. Londres. 2000.
- ALLEN, W. G. **Development of Truck Models**. Transportation Consultant. Mitchells, Estados Unidos. 2002.
- BASTIDA, C.; HOLGUÍN-VERAS, J. Freight Generation Models: Comparative Analysis of Regression Models and Multiple Classification Analysis. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, v. 2097, p. 51-61. 2009.
- CAMPOS, V. B. G.; MELO, I. C. Análisis de la demanda de transporte de carga en área urbana bajo el punto de vista de la producción y de la atracción de viajes. *In: CONGRESO DE INGENIERÍA DEL TRANSPORTE*, 6, 2004. *Anais...* Zaragoza, Espanha. 2004
- CAMPOS, V. B. G. **Planejamento de transportes: conceitos e modelos**. Rio de Janeiro: Inter-ciência. 2013.
- DABLANC, L. Goods transport in large European cities: Difficult to organize, difficult to modernize. *Transportation Research Part A*, n. 41, p. 280-285. 2007.
- DUTRA, N. G. D. S. **O enfoque de “city logistics” na distribuição urbana de encomendas**. 2004. 229 f. Tese (Doutorado) - Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 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**. 2014. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2014.
- FELIU, J. G.; SEMET, F.; ROUTHIER, J.-L. **Sustainable Urban Logistics: Concepts, Methods and Information Systems**. Heidelberg: Springer, 2014.
- GASPARINI, A. **Atratividade do Transporte de Carga para Pólos Geradores de Viagem em áreas Urbanas**. 2008. Tese (Doutorado) - Engenharia de Transportes, Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, RJ, 2008.

- GONÇALVES, M. R. **Desenvolvimento e teste de um novo modelo gravitacional - de oportunidades para distribuição de viagens**. 1992. Tese (Doutorado) - Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina. 1992.
- HUTCHINSON, B. G. Estimating urban goods movement demands. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, v. 496, p. 1-15. 1974.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Censo demográfico - 2010**. Rio de Janeiro, RJ. 2010.
- IDING, M. H. E.; MEESTER, W. J.; TAVASSZY, L. A. Freight trip generation by firms. In: EUROPEAN CONGRESS OF THE REGIONAL SCIENCE ASSOCIATION, 42, 2002. *Anais...* Dortmund, Germany. 2002.
- ITE. Truck terminal trip generation. Summary Report by ITE Technical Council Committee. **Institute of Transportation Engineers**, Washington, DC, United States. 1995
- ITE. Trip Generation: An ITE Informational Report. **Institute of Transportation Engineers**, Washington, DC, Estados Unidos. 2008
- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. 2007.
- KULPA, T. Freight truck trip generation modelling at regional level. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 111, p. 197-202. 2014
- LAWSON, C.; HOLGUÍN-VERAS, J.; SÁNCHEZ-DÍAZ, I.; JALLER, M.; CAMPBELL, S.; POWERS, E. L. Estimated Generation of Freight Trips Based on Land Use. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, n. 2269, p. 65-72. 2012.
- LOPES, S. B. **Efeitos da dependência espacial em modelos de previsão de demanda por transportes**. 2005. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, SP. 2005.
- MARRA, C. **Caracterização de demanda de movimentações urbanas de carga**. 1999. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo, 1999.
- Melo, I. C. B. **Avaliação da Demanda por Transporte de Carga em Áreas Urbanas**. 2002. Dissertação (Mestrado) - Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.
- MTE. **Relação Anual de Informações Sociais - RAIS**. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasília, DF. 2013.
- NOVAK, D. C.; HODGDON, C.; GUO, F.; AULTMAN-HALL, L. Nationwide Freight Generation Models: A Spatial Regression Approach. *Networks and Spatial Economics*, v. 11, n. 1, p. 23-41. 2011.

- NUZZOLO, A.; COMI, A. Urban freight demand forecasting: A mixed quantity/delivery/vehicle-based model. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 65, n. 1, p. 84–98. 2014.
- OECD. **Delivering the Goods - 21st Century Challenges to Urban Goods Transport**. Organisation For Economic Co-Operation And Development. Paris, France. 2003.
- OGDEN, K. W. Modeling urban freight generation. **Traffic Engineering & Control**. 1977.
- OGDEN, K. W. **Urban Goods Movement, a Guide to Policy and Planning**. London, England, Ashgate Publishing. 1992.
- SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES. PDTU. **Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2014.
- SILVA, J.; WAISMAN, M. R. Cargas Urbanas: Estudo Exploratório sobre a Geração de Viagens de Caminhões em Bares e Restaurantes. *In*: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS, 16, 2007. **Anais... ANTP**, Maceió, Alagoas, 2007.
- TRB. NCHRP SYNTHESIS 298: Truck Trip Generation Data - A Synthesis of Highway Practice. Transportation Research Board - National Research Council. **National Academy Press**. Washington, DC, United States. 2001.
- TRB. NCHRP Synthesis 384: Forecasting Metropolitan Commercial and Freight Travel - A Synthesis of Highway Practice. Transportation Research Board - National Research Council. **National Academy Press**. Washington, DC, United States. 2008.
- TRB. NCFRP 25 Freight Trip Generation and Land Use. Transportation Research Board – National Research Council. **National Academy Press**. Washington, DC, United States. 2011.
- TRB. NCHRP Report 739/NCFRP Report 19: Freight Trip Generation and Land Use. **Transportation Research Board**. Washington, DC, United States. 2012
- VAN BINSBERGEN, A.; VISSER, J. Innovation Steps Towards Efficient Goods Distribution Systems for Urban Areas - Efficiency Improvement of Goods Distribution in Urban Areas. Thesis (PhD) - **The Netherlands TRAIL Research School**. Delft. 2001.