

Modelos de geração de viagem para pólos geradores de viagens de cargas

Cristiane Duarte Ribeiro de Souza¹; Suellem Deodoro Silva²;
Márcio de Almeida D'agosto³

Resumo: A implantação de um empreendimento que tenha potencial de produzir ou atrair uma quantidade significativa de viagens de cargas (PGV Carga) pode contribuir para o agravamento dos problemas de tráfego já existentes ou ocasionar problemas não previstos em uma região. Conhecer o volume de viagens geradas e seus modelos de previsão pode ajudar a minimizar tais problemas. Este trabalho tem por objetivo apresentar o perfil dos modelos de geração de viagens de carga que possam ser utilizados para subsidiar os estudos sobre PGV Carga. Foi realizada uma revisão bibliográfica nacional e internacional (25 estudos). Verificou-se que predomina o uso de taxas e de regressões lineares simples e múltiplas, nas quais se obtêm coeficientes de determinação (R^2) iguais ou maiores que 0,7.

Abstract: The deployment of an enterprise that has the potential to produce or attract a significant amount of freight travel, may contribute to the worsening traffic problems that already exist or cause unanticipated problems in a region. Knowing the volume of trips generated and their forecasting models can help minimize such problems. This paper aims to present a profile of freight trip generation models that can be used to subsidize research on such enterprises. We performed a national and international literature review (25 studies). It was found the predominant use of taxes and simple and multiple linear regressions, where we obtain coefficients of determination (R^2) equal to or greater than 0.7.

1. INTRODUÇÃO

As diferentes atividades sociais e econômicas que são desenvolvidas nas áreas urbanas geram a necessidade de movimentação de pessoas e de carga. O transporte de carga é uma atividade de destaque atualmente por sua participação no produto interno bruto dos países e pela crescente influência que a transferência e a distribuição de bens têm no desempenho de todos os setores econômicos (Crainc e Laporte, 1997).

É preciso analisar os problemas que podem ser gerados pelo transporte de carga, principalmente, em área urbana. A movimentação de carga e o serviço realizado por caminhões nessas áreas, aliada às necessidades de carga e descarga, podem agravar os problemas de tráfego já existentes na cidade, impactando aquele que contrata e efetua o transporte, o cidadão e o poder público (Facchini, 2006). Neste contexto, a implantação de um empreendimento que tenha potencial de produzir ou atrair uma quantidade significativa de viagens de cargas (PGV Carga) pode contribuir pa-

ra o agravamento dos problemas de tráfego já existentes ou ocasionar problemas não previstos.

Este trabalho tem por objetivo apresentar o perfil dos modelos de geração de viagens de carga que podem vir a ser utilizados para subsidiar os estudos sobre PGV Carga. O trabalho está dividido em 5 itens. O 1º apresenta uma breve introdução sobre o tema estudado. O 2º trata da metodologia utilizada para a realização do trabalho. O 3º item apresenta os resultados de uma revisão bibliográfica nacional e internacional sobre modelos de geração de viagens aplicados à PGV Carga, sendo seguido por uma discussão desses resultados (item 4). No item 5, apresentam-se as considerações finais e as sugestões para futuros trabalhos.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido conforme fluxo-grama apresentado na Figura 1.

Desta forma, visando identificar o perfil dos modelos de geração de viagens utilizados em estudos de PGV Carga, realizou-se uma revisão bibliográfica com abrangência nacional e internacional que considerou 25 trabalhos, dentre eles 4 nacionais e 21 internacionais, com a distribuição geográfica apresentada na Figura 2 (a) e distribuídos no período de 1974 a 2009, verificando-se leve concentração (12%) de estudos no ano de 2002. Como fontes de pesquisa utilizaram-se livros, periódicos internacionais, teses, dissertações, artigos publicados em congressos nacionais, manuais e relatórios técnicos (Figura 2 (b)). A revisão bibliográfica preliminar teve por objetivo identificar autores e conceitos relacionados ao tema, verificando as particularidades existentes na modelagem da de-

¹ **Cristiane Duarte Ribeiro de Souza**, Programa de Engenharia de Transportes, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. (e-mail: cristiane@pet.coppe.ufrj.br).

² **Suellem Deodoro Silva**, Programa de Engenharia de Transportes, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. (e-mail: suellem_04@pet.coppe.ufrj.br).

³ **Márcio de Almeida D'agosto**, Programa de Engenharia de Transportes, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. (e-mail: dagosto@pet.coppe.ufrj.br).

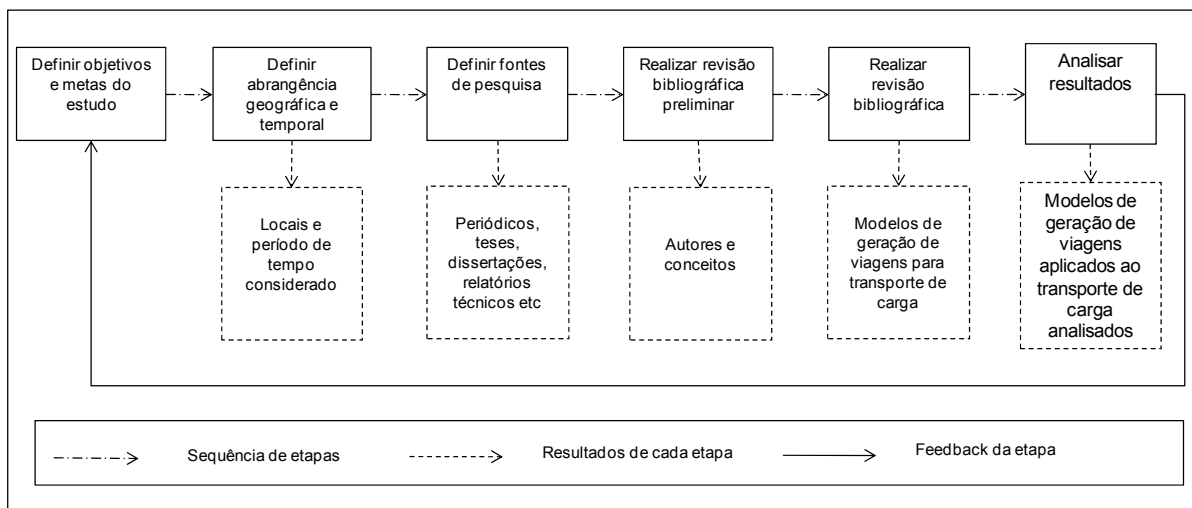
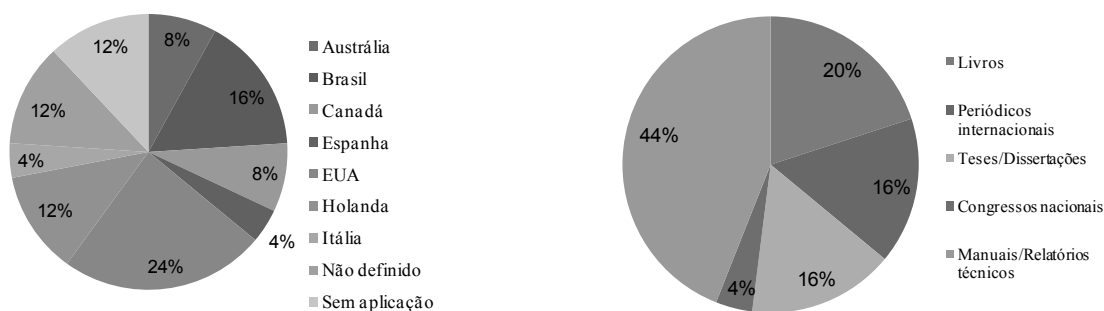


Figura 1. Metodologia adotada para elaboração do estudo em questão



(a) Abrangência do estudo

(b) Fontes pesquisadas

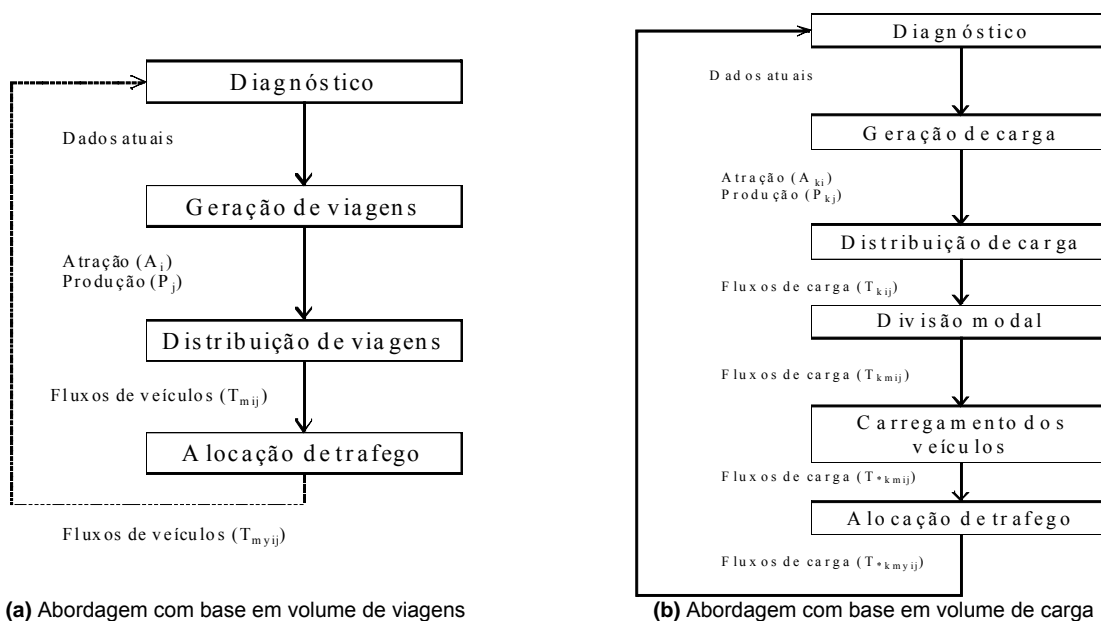
Nota: Entende-se por "Não definido" o estudo que não apresentou local definido e por "Sem aplicação" os estudos que não apresentaram aplicação dos modelos

Figura 2. Distribuição geográfica e temporal dos estudos analisados

manda de transporte de carga e as diferentes abordagens utilizadas.

A complexidade de se modelar a demanda de transporte de carga surge da necessidade de se considerar a existência de diversas dimensões (diferentes tipos de carga, volumes, pesos e volume de viagens) sob o

controle de diferentes tomadores de decisão (embarcadores, transportadores – motoristas e despachantes) que interagem em um ambiente dinâmico. Desse modo, ao se modelar a demanda por viagens de carga, verificam-se duas principais abordagens derivadas do modelo de quatro etapas (geração de viagens, distribu-



(a) Abordagem com base em volume de viagens

(b) Abordagem com base em volume de carga

Nota: i – origem, j – destino, m – modo de transporte, k – tipo de carga, y – rota

Figura 3. Modelos de quatro etapas adaptado para carga

ição de viagens, divisão modal e alocação de tráfego): o uso de modelos baseados em volume de viagens e o uso de modelos baseados em volume de carga (Holguín-Veras e Thorson, 2000 e Ogden, 1977).

Os modelos baseados em volume de viagens, como o apresentado na Figura 3 (a), têm seu foco no fluxo de veículos (origem *i* e destino *j*). Esse modelo pressupõe que a seleção do modo de transporte (*m*) já foi realizada e, portanto, não se faz necessário efetuar a etapa de divisão modal, passando-se da distribuição de viagens para a alocação de tráfego (*y*).

Já os modelos baseados em volume de carga (*k*), como o apresentado na Figura 3 (b), têm o foco na quantidade de carga transportada medida em toneladas, ou em qualquer outra unidade de peso. Esse modelo permite captar com maior precisão os mecanismos que direcionam a movimentação das cargas, função de atributos, como forma e peso por unidade.

3. MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS – EXPERIÊNCIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS

Este item apresenta os resultados da pesquisa realizada com o intuito de identificar qual o perfil dos modelos de geração de demanda de viagens de carga aplicados a estudos de PGV Carga. Os trabalhos nacionais que consideram modelos de geração de demanda de viagens de carga aplicados a estudos de PGV Carga encontram-se no Quadro 1. Já os trabalhos internacionais são apresentados nos Quadros 2-A, 2-B, 2-C, 2-D e 2-E. Além dos estudos organizados nos Quadros 1 e 2, foram analisados mais 3 estudos: Munuzuni *et al.* (2009), Nuzzolo *et al.* (2008) e Morlok (1978). Como esses estudos não apresentaram aplicação, optou-se por mencioná-los apenas durante a discussão dos resultados (item 4).

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No Quadro 1 é possível verificar as experiências nacionais analisadas. O trabalho de Gasparini (2008) realizou um estudo considerando *shopping centers* e supermercados. Para a elaboração do modelo de geração de viagens, o autor utilizou uma modelagem baseada em viagens de veículos e aplicou regressão linear simples (não apresentadas) e múltipla. Como variáveis dependentes, foram consideradas: o volume total de viagens por veículos que são atraídos ao PGV (caminhões, vans/furgões, carros baú, picapes, carros forte, carros dos correios e motos) ou apenas os caminhões.

Para o caso dos *shopping centers*, foram feitas observações em 2 períodos de uma semana, identificando-se os horários de pico e entre-pico ou todo o período para um total de 7 empreendimentos. Já para o caso dos supermercados, foram realizadas observações por

1 período de uma semana para um total de 21 empreendimentos. Entretanto, em virtude da similaridade de forma observada entre as equações elaboradas para o período de pico e entre-pico com as equações elaboradas para o período total, optou-se por apresentar (Quadro 1) apenas as equações que representam o volume de viagens para o período total.

Verifica-se que para o estudo realizado em *shopping centers* foram utilizadas como variáveis independentes a área construída, o volume médio de clientes e a área bruta locável. Já para o estudo em supermercados, foram utilizadas as variáveis área de vendas, número de vagas no estacionamento, volume médio de clientes e números de empregados.

O modelo de geração de viagens elaborado por Silva e Waisman (2007) teve como base uma pesquisa estruturada por meio de questionário e entrevista realizada na cidade de São Paulo em 30 bares e restaurantes. Os autores também empregam uma modelagem baseada em viagens de veículos, utilizando as variáveis: área construída e número de empregados. Nos 30 estabelecimentos pesquisados, a área variou de 60 a 500 m^2 e de 2 a 17 empregados por estabelecimento.

O estudo de Melo (2002) foi desenvolvido na cidade do Rio de Janeiro com o intuito de modelar a demanda por transporte de carga urbana atraída por lojas comerciais e produzida por empresas de transporte. A autora utiliza uma modelagem baseada em viagens de veículos e aplica regressão linear. Para os modelos relacionados ao setor de lojas comerciais, a autora utiliza regressão linear simples. Já para os modelos relacionados ao setor de transporte, é utilizada regressão linear múltipla. Analisando o Quadro 1, verifica-se que apenas 2 equações apresentam coeficiente de determinação (R^2) maior que 0,7, considerado como bom neste trabalho.

Marra (1999) apresenta um estudo realizado no estado de São Paulo, em que se utilizou uma modelagem baseada em volume de carga. Inicialmente, o autor utilizou regressão linear simples e ajuste exponencial para obter o volume de carga com base em 3 variáveis independentes distintas (área construída, número de empregados/moradores e rendimento médio *per capita*). O autor elaborou também uma equação para cada um dos bairros estudados, utilizando regressão linear simples e exponencial. Outros ajustes foram apresentados, porém, devido à baixa aderência dos dados a essas outras equações, optou-se por não apresentá-las neste estudo. Os maiores coeficientes de determinação foram obtidos para as regressões lineares e ajuste exponencial.

Quadro 1. Estudos nacionais sobre modelos de geração viagens

Autor	Ano	Local de aplicação	Objetivo do estudo	Variáveis dependentes ¹	Variáveis independentes	Equação	R ²
Gasparini, A.	2008	Rio de Janeiro	Estudar os fluxos de viagens de <i>shopping-center</i> (todos os tipos de veículos e apenas caminhão)	VOLUME TOTAL DE VIAGENS ^{2,3} (Vtbg)	Área construída (Ac)	$Vt13 = 0,00076Ac + 0,00475V$	0,973
				VOLUME DE VIAGENS NO HORÁRIO DE PICO (Vpbg)	Volume médio de clientes (Vmdc)	$Vt13 = 0,00127Abi + 0,00522V$	0,959
				VOLUME DE VIAGENS FORA DO HORÁRIO DE PICO (Vfpbg)	Área bruta locável (Abi)	$Vt23 = 0,00055Ac + 0,00322V$	0,980
					Número de empregados (Ne)	$Vt23 = 0,00115Abi + 0,00335V$	0,969
					Vagas de estacionamento (Ve)	$Vt14 = 0,000259Ac + 0,00242V$	0,972
					Área de vendas (Av)	$Vt14 = 0,00020Abi + 0,00279V$	0,945
Waisman, J. e Silva, M.R.	2007	São Paulo	Estudar os fluxos de viagens de supermercado (todos os tipos de veículos e apenas caminhão)	VOLUME TOTAL DE VIAGENS ^{4,5} (Vtbg)	Volume médio de clientes (Vmdc)	$Vt13 = 7,347 + 0,000867V$	0,754
				VOLUME DE VIAGENS NO HORÁRIO DE PICO (Vpbg)	Número de empregados (Ne)	$Vt13 = 14,393 + 0,02147Ve + 0,00115V$	0,680
				VOLUME DE VIAGENS FORA DO HORÁRIO DE PICO (Vfpbg)	Vagas de estacionamento (Ve)	$Vt14 = 3,586 + 0,000299V$	0,796
						$Vt14 = 10,615 + 0,026Ve + 0,000421V$	0,781
					Área construída/100 m ² (Ac)	$V = 2,96 + 0,0446Ac$	0,706
					Número de empregados (Ne)	$V = 1,97 + 1,459Ne$	0,739
Melo, I. C. B.	2002	Rio de Janeiro	Estudar os fluxos de viagens de lojas comerciais	VOLUME DE VIAGENS POR ATIVIDADE ⁶ (dia) (Vke)	Área construída (Ac)	$V1 = 1,1522 + 0,0012Ac$	0,557
						$V2 = 1,7499 - 0,0003Ac$	0,009
						$V3 = 0,9260 + 0,0010Ac$	0,881
						$V4 = 1,3334 + 0,0019Ac$	0,797
						$V5 = 0,0035 + 0,0046Ac$	0,584
						$V6 = 0,4858 + 0,00038Ac$	0,331
Marra, C.	1999	São Paulo	Estudar os fluxos de viagens de empresas de transporte	NÚMERO DE VEÍCULOS UTILIZADOS (Nv)		$V1 = -3,13 + 1,28Nv + 1,35Cg + 14,58h - 0,88d$	0,897
				VOLUME DE VIAGENS POR ATIVIDADE ^{7,10} (Vkd)	Carga própria da empresa (Cg)	$V2 = 13,80 + 2,00Nv - 4,73Cg + 15,54h - 0,75d$	0,932
					Carga horária trabalhada (h)	$V3 = 168,57 + 1,72Nv - 27,28Cg - 6,85h + 0,16d$	0,888
					Distância percorrida (d)		
					Área construída (Ac)	$C = 21,828Ac - 2350,3$	
					Número de empregados ou moradores (Nem)	$C = 648,14Nem - 1556,5$	
	Rendimento médio per capita na zona (Rend)	$C = 8,1221e^{0,5766Rend}$					

¹ Nas variáveis dependentes onde se lê viagens, considera-se viagens de veículos de carga; ² Considera viagens no horário de pico e fora do horário de pico; ³ Considera os períodos (b) : (1) semana 18 a 24 de DEZ/2006, (2) semana 05 a 11 de Mar/2007; e os veículos (g): (3) todos os veículos de carga, (4) veículos de carga do tipo caminhão; ⁴ Considera viagens no dia de pico e fora do dia de pico; ⁵ Considera os períodos (b) : (1) semana 24 a 30 de SET/2007; e os veículos (g): (3) todos os veículos de carga, (4) veículos de carga do tipo caminhão; ⁶ Atividades comerciais consideradas no estudo para (ke) = (1) supermercado, (2) vestuário, (3) comércio varejista, (4) bar/restaurante, (5) material de construção, (6) combustível; ⁷ As atividades de distribuição consideradas no estudo para (kd) = (1) supermercado, (2) comércio varejista e (3) bar/restaurante; ⁸ Considera o volume total de carga (kg/mês); ⁹ Os bairros estudados foram Cambui, Centro I, Centro II, Taquarai, Proença, Jardim do Lago, Boa Vista, Ouro Verde; ¹⁰ Período não informado; ¹¹ R² não informado pelo autor.

Os Quadros 2-A, 2-B, 2-C, 2-D e 2-E apresentam as experiências internacionais analisadas. Os modelos de geração de viagens para caminhões médios e para caminhões pesados desenvolvidos por Allen (2002) e apresentados no Quadro 2-A baseiam-se em uma modelagem de viagens de carga, considerando como variáveis independentes: o número de empregos no setor industrial e no setor de varejo, a oferta de empregos em escritórios e o número de residências. Esses modelos foram elaborados com o objetivo de desenvolver um novo modelo de previsão de viagens de caminhão para o Conselho Metropolitano de Baltimore.

Iding *et al.* (2002) elaboraram modelos de atração e produção de viagens de carga para diferentes setores industriais, considerando como variáveis independentes a área total e o número de empregados. Observa-se que apenas em 4 casos o coeficiente de determinação foi superior a 0,7, predominando valores inferiores a 0,5.

A Tabela 2-B apresenta um estudo realizado no estado de Indiana com o objetivo de desenvolver um banco de dados dos fluxos de entrada e saída de carga em uma zona de tráfego (condados do estado de Indiana). Para tanto, Back (1999) utilizou uma modelagem baseada em volume de carga, desagregada por 19 tipos de carga, e aplicou regressão linear simples e múltipla. Observa-se que na maioria dos casos (78,9% das vezes) o coeficiente de determinação (R^2) foi superior a 0,7. Em todos os casos, o R^2 foi superior a 0,5.

O estudo realizado por ITE (1995) apresenta modelos baseados em viagens de veículos e elaborados a partir de regressão linear simples. Como variáveis independentes, foram utilizadas o número de docas existentes nos terminais e o número de empregados.

A Tabela 2-C apresenta modelos baseados em viagens de veículos para cada tipo de categoria de viagens contempladas no estudo elaborado por Ogden (1977). O autor apresenta também modelos baseados em volume de carga que são aplicados a cada um dos sete tipos de carga considerados. Para ambas as aplicações, são utilizados modelos de regressão simples e múltipla. Analisando a Tabela 2-C, pode-se verificar que os modelos elaborados com base em viagens de veículos apresentam um maior coeficiente de determinação do que os modelos elaborados com base em volume de carga.

Hutchinson (1974) elaborou os modelos de geração de viagens com uma modelagem baseada em viagem de veículos e regressão linear simples. Pode-se observar que o modelo elaborado para a produção de viagens possui coeficiente de determinação com valor superior ao elaborado para a atração de viagens. Além desse estudo, apresentam-se também modelos de geração de viagens elaborados, considerando os setores de alimentos e bebidas, impressão e publicação, ma-

quinaria e papel e produtos afins. Dos 8 modelos apresentados, apenas 2 apresentam coeficiente de determinação maior que 0,7 (25%).

A Tabela 2-D apresenta um estudo realizado com o objetivo de identificar a geração de viagens por caminhão e obter dados para uma avaliação da situação observada na região em estudo (Tadi e Baldach, 1994). Os autores utilizam uma modelagem baseada em viagens de veículos e apresentam as taxas diárias de geração de viagens para caminhões com base na área do PGV Carga observado.

No estudo realizado por Ogden (1992), utilizou-se uma modelagem com base em viagens de veículos gerando taxas de viagens por caminhões e por tipo de uso do solo. Como variável independente, utilizou-se a área construída, medida em 92,9 m².

A Tabela 2-E apresenta 9 modelos analisados por Iding *et al.* (2002). Dentre esses modelos, encontram-se 3 trabalhos realizados nos Estados Unidos, que tinham como foco o transporte de carga entre estados, e 5 trabalhos realizados na Holanda, que tinham como objetivo principal a geração de viagens de carga em setores industriais e centros urbanos.

Christiansen (1979) realizou um estudo com o objetivo de estimar as viagens geradas para *shoppings centers* na região de Nova York. Na Tabela 2-E é possível observar o resultado desse estudo, em que se pode verificar que o autor utilizou uma modelagem baseada em viagens de veículos e apresenta as taxas de paradas diárias de caminhão, tendo como variável independente a área construída, medida em 929 m².

Muñuzuri *et al.* (2009) realizou um estudo com foco no transporte de carga urbana entre atacadistas e varejistas, na cidade de Sevilla, na Espanha. Os autores buscaram desenvolver um modelo que melhor se adequasse à realidade urbana e que necessitasse de um menor número de dados para sua utilização, tornando-se, assim, mais simples em sua aplicação. A modelagem escolhida se assemelha ao modelo gravitacional.

O estudo realizado por Nuzzolo *et al.* (2008), na Itália, teve por objetivo estimar os fluxos internacionais (importação/exportação) por rodovia. O autor utiliza uma modelagem baseada em volume de carga, desagregada por tipo (s) e por zona, para um dado período de tempo (h) e considera regressão múltipla.

Inicialmente, o autor apresenta uma formulação genérica em que a variável independente (x) pode ser considerada como qualquer variável socioeconômica ou de nível de serviço e, posteriormente, um modelo utilizando as variáveis independentes: número de habitantes e empregados por zona, o número de empregados relacionados ao tipo de carga, rendimento médio *per capita* e PIB *per capita*. Além disso, o autor considera a localização da zona em estudo e se esta tem ou não porto.

Quadro 2-A. Estudos internacionais sobre modelos de geração viagens

Autor	Ano	Local de aplicação	Objetivo do estudo	Variáveis dependentes ¹	Variáveis independentes	Atração		Produção	
						Equação	R ²	Equação	R ²
Allen, W. G.	2002	Baltimore, EUA	Elaborar um novo modelo de previsão de demanda	<p>Volume de viagens de caminhões médios⁴ (Vcm)</p> <p>Volume de viagens de caminhões pesados⁴ (Vcp)</p>	<p>Número de empregos² (Nempk)</p> <p>Número de residências (Nr)</p> <p>Área total (m²) (Ac)</p> <p>Número de empregados (Ne)</p>	$V_{cm} = 0,75*(0,178*Nemp1 + 0,177*Nemp2 + 0,048*Nemp3 + 0,069*Nr)$	-	-	-
						$V_{a1} = 3,81 + 0,07 * Ac$	0,520	$V_{p1} = 5,98 + 0,04 * Ac$	0,240
						$V_{a2} = 2,40 + 0,04 * Ac$	0,400	$V_{p2} = 3,53 + 0,01 * Ac$	0,460
						$V_{a3} = 4,39 - 0,01 * Ac$	-	$V_{p3} = 3,64 + 0,00 * Ac$	-
						$V_{a4} = 1,89 + 0,02 * Ac$	0,680	$V_{p4} = 1,73 + 0,02 * Ac$	0,600
						$V_{a5} = 5,42 + 0,01 * Ac$	0,030	$V_{p5} = 5,14 + 0,02 * Ac$	0,040
						$V_{a6} = 5,97 + 0,03 * Ac$	0,710	$V_{p6} = 5,62 + 0,02 * Ac$	0,520
						$V_{a7} = 3,30 + 0,02 * Ac$	0,320	$V_{p7} = 3,54 + 0,02 * Ac$	0,150
						$V_{a8} = 7,19 + 0,02 * Ac$	0,670	$V_{p8} = 5,51 + 0,04 * Ac$	0,830
						$V_{a9} = 4,02 + 0,04 * Ac$	0,430	$V_{p9} = 2,71 + 0,04 * Ac$	0,410
						$V_{a10} = 8,43 + 0,00 * Ac$	0,010	$V_{p10} = 5,79 + 0,01 * Ac$	0,020
						$V_{a11} = 8,58 + 0,00 * Ac$	-	$V_{p11} = 4,99 + 0,00 * Ac$	0,010
						$V_{a12} = 5,79 + 0,03 * Ac$	0,320	$V_{p12} = 2,90 + 0,03 * Ac$	0,330
						$V_{a13} = 3,02 + 0,02 * Ac$	0,400	$V_{p13} = 1,68 + 0,02 * Ac$	0,590
						$V_{a14} = 5,76 + 0,02 * Ac$	0,210	$V_{p14} = 6,29 + 0,02 * Ac$	0,140
						$V_{a15} = 3,97 + 0,06 * Ac$	0,120	$V_{p15} = 3,03 + 0,03 * Ac$	0,050
						$V_{a16} = 6,25 + 0,02 * Ac$	0,110	$V_{p16} = 4,15 + 0,08 * Ac$	0,240
						$V_{a17} = 15,03 + 0,04 * Ac$	0,150	$V_{p17} = 11,01 + 0,09 * Ac$	0,350
Iding, <i>et al.</i>	2002	Holanda	Elaborar um novo modelo de geração de viagens de carga	<p>Volume de viagens atraídas por setor^{3,4} (Vak)</p> <p>Volume de viagens produzidas por setor^{3,4} (Vpk)</p>	<p>Número de empregos (Ne)</p>	$V_{a1} = 8,75 + 0,09 * Ac$	0,880	$V_{p1} = 6,67 + 0,05 * Ne$	0,720
						$V_{a2} = 2,88 + 0,04 * Ne$	0,320	$V_{p2} = 2,58 + 0,03 * Ne$	0,030
						$V_{a3} = 0,45 + 0,22 * Ne$	0,390	$V_{p3} = 1,25 + 0,13 * Ne$	0,130
						$V_{a4} = 2,46 + 0,04 * Ne$	0,590	$V_{p4} = 2,57 + 0,03 * Ne$	0,030
						$V_{a5} = 3,53 + 0,12 * Ne$	0,620	$V_{p5} = 2,62 + 0,10 * Ne$	0,100
						$V_{a6} = 5,39 + 0,05 * Ne$	0,710	$V_{p6} = 5,47 + 0,04 * Ne$	0,040
						$V_{a7} = 3,67 + 0,03 * Ne$	0,150	$V_{p7} = 0,79 + 0,13 * Ne$	0,130
						$V_{a8} = 6,95 + 0,06 * Ne$	0,600	$V_{p8} = 7,59 + 0,12 * Ne$	0,120
						$V_{a9} = 6,42 + 0,00 * Ne$	-	$V_{p9} = 4,83 + 0,00 * Ne$	-
						$V_{a10} = 8,75 + 0,00 * Ne$	-	$V_{p10} = 6,45 + 0,00 * Ne$	-
						$V_{a11} = 6,38 + 0,05 * Ne$	0,080	$V_{p11} = 3,49 + 0,04 * Ne$	0,040
						$V_{a12} = 6,53 + 0,05 * Ne$	0,350	$V_{p12} = 3,643 + 0,05 * Ne$	0,050
						$V_{a13} = 2,35 + 0,09 * Ne$	0,320	$V_{p13} = 1,49 + 0,08 * Ne$	0,080
						$V_{a14} = 6,54 + 0,01 * Ne$	0,010	$V_{p14} = 6,82 + 0,01 * Ne$	0,010
						$V_{a15} = 5,28 + 0,06 * Ne$	0,090	$V_{p15} = 3,01 + 0,10 * Ne$	0,100
						$V_{a16} = 6,87 + 0,03 * Ne$	0,030	$V_{p16} = 7,56 + 0,04 * Ne$	0,040
						$V_{a17} = 15,98 + 0,04 * Ne$	0,130	$V_{p17} = 7,89 + 0,33 * Ne$	0,330
						$V_{a18} = 15,14 + 0,05 * Ne$	0,160	$V_{p18} = 15,45 + 0,05 * Ne$	0,050

¹ Nas variáveis dependentes onde se lê viagens, considera-se viagens de veículos de carga. ² Considera os setores (k): (1) industrial, (2) varejo e (3) escritórios. ³ Considera os setores da indústria (k): (1) alimentícia, (2) têxtil, (3) couro e produtos de couro, (4) produtos de madeira, (5) material impresso, (6) química, (7) borracha e sintéticos, (8) vidro, cerâmica etc, (9) produtos de metais, (10) maquinaria, (11) instrumentos e dispositivos médicos, (12) automóveis, caminhões e trailers, (13) móveis e várias commodities, (14) construção, (15) comércio e reparação de motores de veículos, (16) atacadista, (17) transportes terrestres, (18) serviços de transporte; ⁴ Período não informado;

Quadro 2-B. Estudos internacionais sobre modelos de geração viagens

Autor	Ano	Local de aplicação	Objetivo do estudo	Variáveis dependentes ¹	Variáveis independentes	Atração		Produção	
						Equação	R ²	Equação	R ²
Black, W. R.	1999	Indiana, EUA	Desenvolver um banco de dados dos fluxos de entrada e saída de carga do condado de Indiana	Volume de carga atraída, por tipo ^{4,5} (Ca _i) Volume de carga produzida, por tipo ^{4,5} (Cp _i)	Volume de carga produzida ⁵ (Cg _i)	Ca1 = 0,819 Cg1	0,66	Cp1 = 1445 - 0,523 Nemp1 + 0,0048 Rea	0,562
					Volume de carga atraída (Cg _{ai})	Ca2 = 3,1 Nemp2 + 5,3 Nemp3 Ca3 = 0,997 Cg3 Ca4 = 0,832POP + 0,162Nemp4 Ca5 = 0,003Nemp6 + 0,0001Nemp1 (Nempk) ⁵ Ca6 = 0,002Nemp6 + 0,011POP Ca7 = 0,728Cg7 Ca8 = 0,033POP + 0,002Nemp8 Ca9 = 0,0859 + 0,259POP Ca10 = 0,077Nemp10 + 0,455Nemp11 + 0,683POP Ca11 = 4,007Nemp11 + 1,881POP Ca12 = 2,914POP Ca13 = 0,093Nemp13 + 0,061Nemp14 Ca14 = 0,035Nemp14 Ca15 = 0,010Nemp15 Ca16 = 0,005Nemp14 + 0,034POP Ca17 = 0,027Nemp17 Ca18 = 0,0067(Nemp1) Ca19 = 0,245POP	0,657 0,977 0,965 0,743 0,926 0,805 0,96 0,953 0,851 0,938 0,871 0,923 0,861 0,878 0,915 0,837 0,791 0,857	Cp2 = 7,6 Nemp2 Cp3 = 0,078Nemp1 Cp4 = 0,282Nemp4 Cp5 = 0,016 Nemp5 Cp6 = 0,004Nemp6 Cp7 = 0,668Nemp7 Cp8 = 0,17Nemp8 Cp9 = 0,103Nemp9 + 0,056Nemp7 Cp10 = 0,150Nemp10 + 1,164Nemp11 Cp11 = 6,857Nemp11 Cp12 = 2,882POP Cp13 = 0,085Nemp13 Cp14 = 0,013Nemp13 + 0,03414 Cp15 = 0,013Nemp15 Cp16 = 0,004Nemp13 + 0,004Nemp14 + 0,003 Cp17 = 0,40Nemp17 Cp18 = 0,00048POP Cp19 = 1,097Cga20	0,65 0,658 0,94 0,931 0,919 0,808 0,906 0,886 0,758 0,945 0,851 0,982 0,927 0,883 0,826 0,753 0,704 0,858
					Número total de empregos (Nemp _l)	VC = 1,00Nd + 8,96 VC = 2,06Ne + 3,44	0,69 0,73	-	-
					Receita bruta recebida na agricultura (Rea)				
					Número total de empregos na indústria (Nemp _l)				
					Número de docas dos terminais (Nd)				
					Número de empregados (Ne)				
					Volume de viagens de caminhão (dias úteis) (Vc)				
					Volume de viagens de caminhão para terminais de carga				

¹ Nas variáveis dependentes onde se lê viagens, considera-se viagens de veículos de carga; ⁴ Período não informado; ⁵ Considera os tipos de produto (i ou k): (1) produtos agrícolas, (2) carvão, (3) minerais não-metálicos, exceto combustíveis, (4) alimentos, (5) produtos têxteis, (6) vestuário e outros artigos têxteis, (7) madeiras e produtos de madeira, (8) móveis e utensílios, (9) papéis e produtos afins, (10) produtos químicos e afins, (11) petróleo e produtos de carvão, (12) pedra, argila e produtos de vidro, (13) indústria de metais primários, (14) produtos metálicos, (15) máquinas, (16) eletrônicos, (17) equipamento de transporte, (18) resíduos e sucatas, (19) outros produtos manufaturados, (20) atacadista (bens duráveis);

Quadro 2-C. Estudos internacionais sobre modelos de geração viagens

Autor	Ano	Local de aplicação	Objetivo do estudo	Variáveis dependentes ¹	Variáveis independentes	Atração		Produção	
						Equação	R ²	Equação	R ²
Ogden, K. W.	1977	Melbourne, Austrália	Elaborar modelos de atração de produção baseados em mercadorias e em viagens, considerando diferentes tipos de carga e categorias de viagens	Volume de viagens atraídas por categoria ⁶ (dia) (Vac)	População da zona (POP)	$Va1 = 397 + 0,0857Nemp1 + 0,113Popal$	$Vp1 = 119 + 0,143Nemp1 + 0,0199POP$	0,840	0,870
				Volume de viagens produzidas por categoria ⁶ (dia) (Vpc)	Número de residências (Ntr)	$Va2 = -51,4 + 0,125Nemp1 + 0,0179Ntr$	$Vp2 = 1,49 + 0,106Nemp1 + 0,0280Ntr$	0,870	0,910
					Número total de empregos (Nemptr)	$Va3 = -69,4 + 0,020Nemp4 + 0,0363POP$	$Vp3 = -$	0,650	0,560
					Número de empregos por setor ⁸ (Nempk)	$Va4 = 643 + 0,0761Nemp1 + 0,477Nemp2$	$Vp4 = 783 + 0,102Nemp1 + 0,160Nemp3$	0,870	0,830
					População ativa por setor na zona ⁸ (Popak)	$Va5 = 84,7 + 0,0162Nemp4 + 0,0688Nemp1 + 0,0782Popad$	$Vp5 = 84,4 + 0,00387Nemp4 + 0,0810Nemp1 + 0,0759Popad$	0,940	0,920
						$Va6 = -$	$Vp6 = 95,9 + 0,0730Nemp1 + 0,0824Nemp5$	0,710	0,860
						$Va7 = 589 + 0,635Nemp1 + 0,104POP$	$Vp7 = 576 + 0,635Nemp1 + 0,104POP$	0,950	0,950
Hutchinson, B. G.	1974	Toronto, Canadá	Analisar a geração de viagens por caminhão na área metropolitana, considerando a observação de movimentos gerados por 240 indústrias de transformação	Volume de carga atraída, por tipo ⁷ (dia) (Cat)	Número de empregos por setor ⁸ (Nempk)	$Ca1 = -391 + 0,0894Nemp1 + 0,0158Ntr$	$Cp7 = -$	0,650	0,580
				Volume de carga produzida, por tipo ⁷ (dia) (Cpi)	População da zona (POP)	$Ca2 = 333 + 0,0957Nemp5 + 0,0138POP$	$191 + 0,0450Nemp1 + 0,0214Ntr$	0,440	
					Número de residências (Ntr)	$Ca3 = -731 + 0,0798Nemp1 + 0,146Nemp5$	0,670		
						$Ca4 = 30,5 + 0,0163Nemp1 + 0,00202POP$	0,460		
						$Ca5 = -173 + 0,0704Nemp1$	0,840		
						$Ca6 = -1417 + 0,0467Nemp1 + 0,0317POP$ ou $-749 - 0,224Nemp4 + 0,726Nemp1$	0,680 ou 0,840		
		$Vca = 12,5 - 0,86Nct$	0,532	$Vcp = 11,4 + 1,53Nct$	0,807				
Hutchinson, B. G.	1974	Toronto, Canadá	Estudar sobre o volume de viagens considerando diversos tipos de indústrias e tipos de carga	Volume de viagens de caminhão atraídas por setor ⁹ (dia) (Vcak)	Número total de caminhões próprios da empresa (Nct)	$Vca1 = 2,24 + 0,10Cgm + 0,39Nct$	$Ln Vcp1 = 2,62 + 0,33Ln Nct$	0,715	0,656
				Volume de viagens de caminhão produzidas por setor ⁹ (dia) (Vcpk)	Volume de carga manufaturada (Cgm)	$Ln Vca2 = 2,29 + 0,26Ln Nct$	$Ln Vcp2 = 1,05 + 0,28Ln Cgm + 0,51Ln Nct$	0,418	0,883
					Número de empregados por setor	$Vca3 = 4,54 + 0,13Nesc + 1,50Nct$	$Ln Vcp3 = 1,11 + 0,32Nesc$	0,600	0,190
					Número total de escritórios da empresa (Nesc)	$Vca4 = 7,03 + 0,07Cgm$	$Ln Vcp4 = 0,74 + 0,43Ln Nesc + 0,22Ln Nct$	0,293	0,600

¹ Nas variáveis dependentes onde se lê viagens, considera-se viagens de veículos de categorias (c); (1) entrega residencial, (2) coleta, (3) entrega varejo, (4) fornecimento de atacadas, (5) manutenção e reparos, (6) industrial de entrega, construção e operação de transbordo e (7) todas as categorias; ⁷ Considera os tipos de carga (i); (1) alimentação e agricultura, (2) material de construção, (3) produtos manufaturados, (4) derivados de petróleo, (5) outras cargas, (6) todas as cargas e (7) lixo urbano; ⁸ Considera os setores (k); (1) operacional, (2) varejo, (3) atacado, (4) serviços e (5) produção; ⁹ Considera os setores (k); (1) alimentício, (2) impressão e publicação, (3) maquiagem, (4) papel e produtos afins; ¹⁰ A equação apresentada reproduz o apresentado na referência, entende-se que nesse caso a atração de viagens é inversamente proporcional ao número total de caminhões da empresa;

Quadro 2-D. Estudos internacionais sobre modelos de geração viagens

Autor	Ano	Local de aplicação	Objetivo do estudo	Variáveis dependentes ¹	Variáveis independentes	Equações			
						Caminhão 2 a 3 eixos	Caminhão 4 a 6 eixos	Todos os caminhões	
Tadi, R.R. e Baldaeh, P.	1994	EUA	Fornecer indicadores de geração de viagens de cargas para diferentes usos de solo	Volume de viagens por tipo de uso do solo ¹¹ (dia) (Vs)	Área construída (pé ² /1000) (Ac) 1 acre (Ar)	V1 = 0,17Ac V2 = 0,1Ac V3 = 0,33Ac V4 = 0,19Ac V4 = 11,9Ar V5 = 0,21Ac V6 = 7,34Ar V7 = 6,95Ac	V1 = 0,21Ac V2 = 0,27Ac V3 = 0,27Ac V4 = 0,38Ac V4 = 20,53Ar V5 = 0,36Ac V6 = 28,47Ar V7 = 1,79Ac	V1 = 0,38Ac V2 = 0,37Ac V3 = 0,6Ac V4 = 0,57Ac V4 = 20,53Ar V5 = 0,36Ac V6 = 35,81Ar V7 = 8,74Ac	
Autor	Ano	Local de aplicação	Objetivo do estudo	Variáveis dependentes ¹	Variáveis independentes	Equações			
Ogden, K. W.	1992	Australia	Elaborar modelos baseados em mercadorias e modelos baseados em viagens de caminhões para a movimentação de carga urbana	Volume de viagens por tipo de atividade ¹² (dia) (Vk) Volume total de viagens por tipo de atividade ¹² (dia) (Vik)	Área construída/92,0m ² (Ac)	Vans	Caminhões rígidos e leves	Caminhões rígidos e pesados	Caminhões articulados
						V1 = 1,9Ac V2 = 0,4Ac V3 = 0,2Ac V4 = 0,1Ac V5 = 0,2Ac V6 = 0,7Ac V7 = 0,1Ac V8 = 1,9Ac V9 = 0,9Ac	V1 = 0,4Ac V2 = 0,9Ac V3 = 0,4Ac V4 = 0,9Ac V5 = 0,5Ac V6 = 0,9Ac V7 = 0Ac V8 = 0,6Ac V9 = 0,9Ac	V1 = 0Ac V2 = 0,6Ac V3 = 0,4Ac V4 = 0,5Ac V5 = 0,9Ac V6 = 0,4Ac V7 = 0,2Ac V8 = 0,5Ac V9 = 1,4Ac	V1 = 0,2Ac V2 = 0,1Ac V3 = 0,2Ac V4 = 0,2Ac V5 = 0,1Ac V6 = 0Ac V7 = 0,2Ac V8 = 0,1Ac V9 = 3,7Ac

¹ Nas variáveis dependentes onde se lê viagens, considera-se viagens de veículos de carga; ¹¹ Considera os tipos de uso do solo (s): (1) depósito leve, (2) depósito pesado, (3) indústrias leves, (4) indústrias pesadas, (5) parques industriais, (6) terminal de caminhões e (7) venda e aluguel de caminhões; ¹² Considera os tipos de estabelecimento (s): (1) escritório, (2) comércio e varejo - centros regionais, (3) comércio e varejo - supermercados, (4) comércio e varejo - lojas de departamentos, (5) comércio e varejo - outros, (6) fábricas, (7) depósitos, (8) indústrias leves e de alta tecnologia e (9) depósitos de caminhões.

Quadro 2-E. Estudos internacionais sobre modelos de geração viagens

Autor	Ano	Local de aplicação	Objetivo do estudo	Variáveis dependentes ¹	Variáveis independentes	Equações
Klaver	2001	Não definido	Realizar pesquisa com diversas empresas sobre a geração de viagens de carga	Volume de viagens por setor (dia) ¹⁶	Número de empregados ou Número de empregos (N)	V1 = 0,09N V2 = 0,08N V3 = 0,26N V4 = 0,22N V5 = 0,50N V6 = 0,05N V7 = 0,10N
BRO	2001	Não definido	Analisar o fluxo de tráfego atraídos e produzidos em regiões industriais	Volume de viagens por setor (dia) ¹⁸ (Vk)	Número de empregados ou Número de empregos (N)	V1 = t*N, {t ∈ R/ 0,9 ≤ t ≤ 2,0}
Crow	1996	Não definido	Desenvolver um manual de estimativas de fluxos de tráfego de carga para os municípios	Volume de viagens por setor (dia) (Vk) ¹⁵	Número de empregados ou Número de empregos (N)	V1 = 0,50N V2 = 0,58N V3 = 0,24N
Heidemij	1994	Noord-Brabant, Holanda	Estudar a geração de viagens de carga para regiões industriais	Volume de viagens por setor (dia) (Vk) ¹⁴	Número de empregados ou Número de empregos (N)	V1 = 0,53N V2 = 0,05N V3 = 0,10N V4 = 0,37N V5 = 0,04N V6 = 0,06N V7 = 0,22N V8 = 0,77N
Zavattero e Weseman	1993	Califórnia, EUA	Estudar a geração de viagens para diferentes tipos de uso do solo e tipos de veículos	Volume de viagens por setor ^{4,17} (Vk)	Área Total (hectare) (A)	V2 = 35,2A
Zonnenberg	1989	Zuid-Holland, Holanda	Medir os fluxos de tráfego em regiões industriais	Volume de viagens por setor (dia) ¹⁸ (Vk)	Número de empregados ou Número de empregos (N)	Y = t*N, {t ∈ R/ 0,7 ≤ t ≤ 1,5}
Chatterjee <i>et al</i>	1979	Chicago, EUA	Fornecer indicadores de geração de viagens de cargas para diferentes usos de solo e tipos de veículos	Volume de viagens por setor ^{4,17}	Área total (hectare) (A)	V1 = t*A, {t ∈ R/ 10,1 < t < 16,1} V2 = 43,9A
Christiansen, D. F.	1979	Nova York, EUA	Estudar os fluxos de viagens de shoppings centers	Volume de viagens de caminhão (dia) (Vc)	Área construída/929 m ² (Ac)	Vc = 1,35Ac
BTS	Não informado	EUA	Fornecer indicadores de geração de viagens de cargas diárias para diferentes áreas	Volume de viagens por setor (dia) ¹³ (Vk)	Área construída (1.000 m ²) Ac Área total (1 hectare) (A)	V2 = t*Ac, {t ∈ R/ 2,4 < t < 9,9} V1 = 2,4Ac V3 = 16,0Ac

¹ Viagens = viagens de veículos de carga; ⁴ Período não informado; ¹³ Considera os setores (k): (1) produção, (2) atacadista e (3) indústria leve; ¹⁴ Considera os setores: indústria ((1) alimentícia, (2) têxtil, (3) química, (4) construção, (5) metais e eletrônicos, e (6) outras), (7) atacadista e (8) indústria de transporte rodoviário; ¹⁵ Considera os setores: (1) indústria de manufatura e construção por dia, (2) transporte e atacado e (3) serviços; ¹⁶ Considera os setores (k): indústria ((1) alimentícia, (2) química, (3) metais e eletrônicos, (4) outras indústrias), (5) atacadista, e (6) borracha e sintéticos, (7) transporte atacadista e (8) veículos de transporte; ¹⁷ Considera os setores (k): (1) produção e (2) serviços; ¹⁸ Considera o setor (k): (1) indústria de produtos mistos.

Morlok (1978) apresenta modelos que fazem uma relação entre a demanda de carga (atração e produção) e o tempo. Portanto, sua aplicação em estudos de PGV Carga deve considerar que o empreendimento já se encontra instalado e que se deseja determinar qual a evolução do tráfego de caminhões ou do fluxo de carga na medida em que o tempo passa. Para isso, é necessária a criação de um histórico do tráfego de caminhões ou do fluxo de carga. Como em toda projeção, deve-se tomar cuidado com o horizonte a ser considerado. Como se está fazendo uma previsão da demanda futura de viagens em função do seu comportamento no passado, esse tipo de modelo é incapaz de considerar variações não previstas ou imponderáveis.

A partir de Holguín-Veras e Thonson (2000), verificou-se que os modelos de geração de viagens utilizados em análise e previsão de demanda do transporte de carga podem ser baseados em deslocamento de carga (volume de carga) ou volume de viagens de veículos. Na revisão bibliográfica apresentada neste trabalho, verificou-se uma predominância no uso de modelos de geração de viagens que utilizam o volume de viagens como variável dependente. Dos 4 trabalhos nacionais considerados, 3 utilizam o volume de viagens como variável dependente e dos 19 trabalhos internacionais considerados, 18 utilizam o volume de viagens como variável dependente, sendo que no trabalho de Iding *et al.* (2002) a escolha não é clara. Essa situação vai ao encontro da afirmação de Ogden (1992) e de Holguín-Veras e Thonson (2000) quanto à facilidade de obtenção dos dados de tráfego, o que facilitaria a proposição de modelos de geração de viagens que empregam como variável dependente o volume de viagens de caminhão.

Na literatura consultada nem sempre é clara a forma de determinar o volume de viagens de caminhão que são produzidas ou atraídas para uma região. No âmbito nacional, no trabalho de Gasparini (2008) houve a preocupação de obter uma classificação do número de viagens por tipo de veículo de carga. Entretanto, a proposição dos modelos de geração de viagens se divide em geração de viagens de veículos de carga (todos os tipos) e de caminhões. Na literatura internacional, Allen (2002) divide seus modelos para caminhões médios e pesados, Tadi e Baldach (1994) dividem seus modelos por tamanho de veículo associado ao número de eixos e Ogden (1992) divide seus modelos por tipo de caminhão em rígidos leves e pesados e articulados.

Adicionalmente, Mello (2002), nas referências nacionais, e Iding *et al.* (2002), Tadi e Baldach (1994), Black (1999), Ogden (1992), Ogden (1977) e Hutchinson (1974), nas referências internacionais, dividem seus modelos por setor de atividade. Essa é uma característica específica do transporte de carga, em

que a tipologia da carga e do setor de atividade ao qual o transporte esteja associado é determinante do perfil das viagens, o que obriga a elaboração de uma modelagem desagregada para a previsão de demanda.

Nas referências nacionais consideradas, predominam os modelos que utilizam regressão linear simples ou múltipla. Esses modelos também são os que apresentaram os melhores coeficientes de determinação. Como foi possível verificar na experiência nacional, em particular no trabalho de Marra (1999), modelos que consideram ajustes de curva para função potência ($y = a^x$) ou polinomial ($y = a + bx + cx^2 + dx^3 + \dots mx^m$), não incluídos na Tabela 1, não apresentaram resultado tão bom quanto aqueles que utilizaram regressão linear simples ou ajuste exponencial (incluídos na Tabela 1). Nesses casos, entende-se que a adequada escolha de uma variável independente possa contribuir mais para um bom resultado do modelo do que o uso de modelos excessivamente elaborados ou que utilizam muitas variáveis independentes.

Ao se observar as referências internacionais, a modelagem apresentada é diversificada, apresentando relações que consideram ajuste de curvas (regressão linear e polinomial), ajuste exponencial ou logarítmico e, a partir de uma abordagem simplificada, o estabelecimento de taxas. Nesse caso, quando se trabalha com ajuste de curvas, predomina o uso de regressão linear. Acredita-se que isso se deva a simplicidade de aplicação e análise dos resultados (análise de sensibilidade). A regressão linear pode ser simples ou múltipla, sendo que ambas são bastante utilizadas.

Ainda quanto às referências internacionais, é possível observar o uso de conversão em base logarítmica para as variáveis independentes na elaboração de regressões lineares (simples ou múltiplas), o que pode representar um método a ser testado nos estudos nacionais considerados, em que predomina o uso de regressões simples.

De uma forma geral, regressões lineares, simples ou múltiplas parecem apresentar bons resultados ($R^2 \geq 0,7$) quanto aos coeficientes de determinação encontrados. Embora possam ser encontrados valores entre 0,1 e 0,3, predominam valores superiores a 0,7. Aparentemente essa é uma indicação de que é possível obter resultados satisfatórios com modelos simples, que utilizam poucas variáveis independentes (uma ou duas). Também se poderia considerar que a complexidade da função matemática associada ao modelo está em um segundo plano quando comparada com a compreensão dos mecanismos que levam à escolha das variáveis independentes e dependentes.

As variáveis dependentes que se procura determinar são os volumes de viagens de veículos (caminhões) ou de carga (toneladas de carga transportadas). Já as variáveis independentes variam bastante. Quando se traba-

lha com taxas, predomina a relação entre viagens (volumes de viagens de veículos ou cargas) e as áreas dos empreendimentos (área total ou área construída). Quando se trabalha com regressão linear, pode ser considerada uma diversidade de variáveis como: volumes de viagens de veículos, volume de carga, número de empregados e número de empregos (relacionados a um setor produtivo), população (total ou da região em estudo), áreas (total e construída), clientes, número de docas, entre outras.

Uma característica da modelagem da geração de viagem para o transporte de carga e para sua aplicação ao PGV Carga está na necessidade de se estabelecer diferentes equações ou taxas para diferentes tipos de carga e classes de veículos. Essa característica está associada à tipologia da carga e usualmente não se encontra nos modelos que se destinam à geração de viagens de passageiros. Com isso, para um mesmo par de regiões, é possível ter tantas equações quantos forem os tipos de carga e classes de veículos, sendo essas equações ajustadas de forma diferente e com diferentes coeficientes de determinação. Essa situação demonstra a complexidade do problema de modelar a geração de viagens de carga.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

Pólos Geradores de Viagens de carga (PGV Carga) são empreendimentos com potencial de produzir e atrair viagens de veículos de carga, como caminhões, camionetas, caminhonetes e furgões. O impacto desses empreendimentos no sistema viário quanto ao uso e ocupação do solo é diferenciado, dependendo da região e do porte do empreendimento. Entretanto, os impactos tendem a ser mais expressivos em áreas urbanas, onde já se verifica trânsito intenso de veículos motorizados e adensamento populacional.

Neste sentido, ferramentas que auxiliem na identificação dos volumes de viagens de veículos de carga produzidos e atraídos pelos PGV Carga podem ser consideradas como instrumentos de valor para o gerenciamento da mobilidade na região do entorno desses empreendimentos.

Entende-se que o objetivo deste trabalho foi atingido ao apresentar o perfil dos modelos de geração de viagens de carga que podem vir a ser utilizados para subsidiar os estudos sobre PGV Carga com abrangência nacional e internacional. Adicionalmente, foi possível realizar uma análise desses modelos, indicando as práticas que poderiam servir de referência para futuros trabalhos.

A despeito dos esforços empreendidos até o momento, no levantamento das experiências nacionais e internacionais com a proposição de modelos de geração de viagens de carga, obteve-se um número bem

maior de experiências internacionais do que nacionais, podendo indicar que este seja um campo de pesquisa ainda a ser explorado no Brasil. Nesse contexto, verifica-se a relevância deste trabalho por buscar orientar a pesquisa de um tema pouco consolidado na experiência nacional.

Embora considerando a abrangência geográfica e temporal apresentada no item 2, não se pretendeu realizar uma revisão bibliográfica exaustiva sobre o tema, sugerindo-se esse tipo de pesquisa para trabalhos futuros, no intuito de confirmar as tendências indicadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, W. G. (2002) *Development of Truck Models*. Transportation Consultant, Mitchells, Virginia.
- Black, W. R. (1999) Commodity Flow Modeling. *Transportation Research Board / National Research Council*. Number E-C011, September 1999.
- Crainic, T. G. e G. Laporte (1997) Planning models for freight transportation. *European Journal of Operation Research* 97 (1997) 409-438.
- Christiansen, D. F. (1979) *Urban transportation planning for goods and services*. Technical report, TTI – Texas Transportation Institute. Final Report for the Federal Highway Administration.
- Facchini, D. (2006) *Análise dos “GAPS” de percepção dos atores envolvidos no transporte urbano de carga em Porto Alegre*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. RS.
- Gasparini, A. (2008) *Atratividade do transporte de carga para pólos geradores de viagem em áreas urbanas*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes, Instituto Militar de Engenharia, RJ.
- Hoeguin-Veras, J e E. Thorso (2000) Trip length distributions in commodity-based and trip-based freight demand modeling- investigations of relationships. *Transportation Research Board*. National Academy Press, Nº1707. Washington.
- Iding, M.H.E.; W. J. Meester e L. A. Tavasszy (2002) Freight trip generation by firms. Paper for the *42nd European Congress of the Regional Science Association Dortmund*.
- ITE (1995) *Truck terminal trip generation*. Institute of Transportation Engineering. Technical report, Summary Report by ITE Technical Council Committee 6 A – 46., Washington, DC.
- Marra, C. (1999) *Caracterização de demanda de movimentações urbanas de carga*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, SP.
- McNally, M. G. (2000) *The four-step model*. In: Handbook of Transport Modelling, Edited by D. A. Hensher and K. J. Button, Elsevier Science Ltd.
- Melo, I. C. B. (2002) *Avaliação da demanda por transporte de carga em áreas urbanas*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes, Instituto Militar de Engenharia, RJ.
- Morlok, E. K. (1978) *Introduction to transportation engineering and planning*. McGraw-Hill, US.
- Muñuzuri, J.; P. Cortés; L. Onieva e J. Guadix (2009) Modeling freight delivery flows: the missing link of urban transport analysis. *Journal of Urban Planning and Development*. Aceito em 06/03/09 UP 1943.0000011
- Nuzzolo, A.; U. Crisalli. e A. Comi (2008) A demand model for international freight transport by Road. *European transport research review*. Volume 1, Number 1, 23-33.
- Ogden, K.W. (1992) *Urban Goods Movement: A Guide to policy and Planning*. Ashgate Publishing Limited; London.
- Ogden, K.W. (1977) Modeling urban freight generation. *Traffic Engineering & Control*. Publicado em March 1977.
- Portugal, L.S. e L. G. Goldner (2003) *Estudo de Pólos Geradores de Tráfego e de seus Impactos nos Sistemas Viários e de Transporte*. Editora Edgard Clucher Ltda. São Paulo/SP.
- Silva, J. e M. R. Waisman (2007) *Cargas Urbanas: Estudo Exploratório sobre a Geração de Viagens de Caminhões em Bares e Restaurantes*, 16º Congresso da ANTP, Maceió, AL.