

# ANÁLISE E MODELAGEM DA DEMANDA DE VEÍCULOS DE CARGA PARA SHOPPING CENTERS

**André Gasparini**

**Vânia Barcellos Gouvêa Campos**

Mestrado em Engenharia de Transportes

Instituto Militar de Engenharia

## **Resumo**

Neste trabalho apresenta-se uma proposta de modelagem da demanda de viagens de veículos de carga para *Shopping-Centers*. Para tanto foi realizada uma pesquisa bibliográfica para definição das informações que deveriam ser obtidas e que viriam compor o questionário aplicado em sete shopping centers. A partir destas informações, utilizando-se o método de regressão linear foram definidas algumas funções que podem ser utilizadas para uma estimativa da demanda atraída de veículos de carga para este tipo de empreendimento.

## **Abstract**

This work presents a proposal for modeling the demand of freight movements to shopping centers. A bibliographic research was performed to define the information that should be obtained and that would compose the questionnaire applied in seven shopping centers. From this information, using the method of linear regression were defined some functions that can be used to estimate the load vehicle trips attracted to shopping centers.

## **1 INTRODUÇÃO**

As diferentes atividades desenvolvidas nas áreas urbanas geram a necessidade de movimentação de carga no atendimento ao comércio e serviços, e também no atendimento às próprias residências. Porém, a circulação dos veículos de carga em centros urbanos pode agravar os problemas de tráfego se não houver um controle da sua operação em sintonia com a distribuição das atividades desenvolvidas dentro da área urbana

A operação dos veículos de carga dificulta a fluidez do tráfego não só por suas características físicas como também em relação à necessidade de paradas na via, muitas vezes ocupando uma faixa, para carga e descarga de mercadorias, o que concorre para uma redução da capacidade viária.

Em relação ao desenvolvimento de atividades comerciais na área urbana existe a preocupação quanto à implantação de *Shopping Centers*. Estes, como grandes pólos de geração de viagens, atraem tanto os veículos particulares quanto veículos de carga, e o licenciamento para sua implantação deve estar associado a um estudo do impacto na circulação devido ao acréscimo do volume de tráfego nas vias próximas ao mesmo.

Para avaliar este acréscimo torna-se necessário o desenvolvimento de ferramentas que possibilitem uma estimativa da demanda de tráfego atraída para estes estabelecimentos. Sendo assim, neste trabalho se procurou definir um modelo de geração de viagens, a partir de uma pesquisa em sete *Shopping Centers* localizados no Rio de Janeiro, que compreendeu a busca de um conjunto de informações que possibilitassem a modelagem da demanda de veículos de carga. Desta forma, na segunda sessão deste trabalho apresenta-se o processo de pesquisa, na terceira sessão o resultado da pesquisa e uma análise da mesma e na quarta sessão apresenta-se uma proposta de modelagem da demanda de veículos de carga para *Shopping Centers*.

## 2 O PROCESSO DE PESQUISA

Uma das formas de modelagem da demanda de viagens compreende a utilização do método de regressão linear. Neste tipo de modelagem se procura estabelecer uma relação entre a variável dependente (número de viagens) com as características socioeconômicas e de uso do solo, quando se avalia uma região e com as características físicas e socioeconômicas quando se avalia um empreendimento como um *Shopping Center*.

Neste estudo a variável dependente está relacionada com as viagens de veículos de carga, mais especificamente, com as viagens atraídas para o empreendimento. Para tanto foram definidas as possíveis variáveis a serem pesquisadas para estabelecer uma relação com a variável dependente de forma que se pudesse obter um modelo que fizesse uma estimativa aproximada da demanda deste tipo de veículos para um *Shopping Center* a ser implantado.

Diferentes variáveis podem ser utilizadas na modelagem de demanda de viagens de transporte de carga. A escolha das variáveis se baseou em estudos já realizados dentre os quais se destacam: GOLDNER e PORTUGAL (2003), MELO (2002), OGDEN (1992) e SILVA(2006). A partir desta análise, procurou-se desenvolver uma pesquisa buscando informações que pudessem servir para a estimação da demanda de viagens por transporte de carga para *Shopping Centers*. Assim, as variáveis selecionadas para a pesquisa de campo e, realizada na forma de questionário foram:

- Área Total do Terreno
- Área Construída
- Área Bruta Locável
- Número de Total de Lojas
- Número de Lojas Satélite
- Número de Lojas Âncora
- Salas Comerciais
- Vagas de Estacionamento
- Volume Médio de Clientes/dia
- Número Médio de Funcionários

### 2.1 Desenvolvimento da pesquisa de campo

Os *Shoppings Centers* pesquisados se encontram dentro do município do Rio de Janeiro e a definição do tamanho da amostra dos empreendimentos se baseou no estudo do ITE (2001), onde alguns requisitos são estabelecidos e foram tomados como parâmetros para esta definição. Neste, recomenda-se que devem ser pesquisados um mínimo entre 3 e 5 estabelecimentos para obtenção das taxas médias de geração de viagens em determinado local, levando-se em consideração a dificuldade em se efetivar uma pesquisa. É sugerido ainda pelo ITE (2001) que os estabelecimentos e os locais onde estes se encontram instalados, devam ter no mínimo 2 anos de existência.

Com base nas considerações apresentadas, para efetivação da pesquisa nos *Shopping Centers*, fez-se inicialmente uma consulta à Associação Brasileira de *Shopping Centers* (ABRASCE) onde, das 30 (tinta) unidades localizadas no Rio de Janeiro, selecionou-se as 12 (doze) com maior área bruta locável. Deste universo, todos foram contatados e visitados, porém as respostas ao questionário foram obtidas para 7 (sete) destes estabelecimentos. No questionário aplicado nos *Shopping Centers* buscou-se as informações apresentadas na tabela 1.

Os estabelecimentos também foram questionados quanto ao número de vagas e locais para carga e descarga, se havia áreas destinadas para tal e se estas eram consideradas ideais ou não. Quanto ao volume de veículos de carga, procurou-se obter informações do tipo: quantidade de veículos diários (durante a semana analisada) que chegam ao empreendimento, seus tipos e porte.

**Tabela 1: Resumo das informações solicitadas aos empreendimentos**

• Nome do empreendimento;	• Se possui restaurantes/praca de alimentação;
• Horário de funcionamento;	• Se possui caixas ou agências bancárias;
• Número de Funcionários;	Área Bruta Locável (ABL);
• Número médio de clientes/dia;	Área Total Construída (ATC;)
• Número de Lojas	Área Total do Terreno (ATT);
• Se o empreendimento faz parte de uma rede;	Vagas Estacionamento para clientes
• Se possui <i>stands</i> em seu interior;	Vagas Carga/Descarga
• Se possui posto de gasolina;	

Em relação à movimentação de veículos foi feita uma coleta de informações referente a dois períodos pré-definidos: uma semana dentro do mês de dezembro de 2006 (semana de 18 à 24), onde o movimento é considerado grande (pico) em virtude de ocorrência das festas de fim de ano e, conseqüentemente, de um consumo maior; e uma semana no mês de março de 2007 (semana de 05 à 11) historicamente observado com movimentações normais.

Também foi observada a movimentação dos veículos de carga, quando da sua operação, nos dias da visita/entrevista local. Este período, muitas vezes, era coincidente com o dia de maior movimentação (pico) de veículos de carga.

### 3 RESULTADOS DA PESQUISA

A tabela 2 apresenta um resumo das informações após a aplicação do questionário nos empreendimentos, constando algumas de suas características físicas e o volume de total de viagens de veículos de carga atraídos nas semanas de análise. Observe-se que os sete *Shopping Centers* receberam uma denominação sendo chamados de “*Shopping A, B, C, D, E, F e G*”. Destes, o *Shopping B* se insere na categoria “comunitário” e os demais como “regionais”.

Os *Shoppings Centers* classificados como regionais, são empreendimentos construídos especificamente para as atividades planejadas quando de sua concepção, ou seja, de ser um *Shopping Center*. Os depósitos destas edificações são de porte consideravelmente maior, quando comparados aos classificados como comunitários, e por isto preparados para receber um volume maior de mercadorias e conseqüentemente de veículos de carga para seu suprimento. Esta também é uma característica da sua área de carga/descarga e manobra, evitando-se assim com que haja espera de veículos nas vias públicas no entorno do estabelecimento, principalmente em dias de maior pico.

**Tabela 2:** Viagens atraídas nas semanas pesquisadas e características dos *Shopping Centers*

Classe	Shopping	n° total Viagens Veíc. Carga 18-24 dez 06	n° total Viagens Veíc. Carga 05-11 mar 07	Área Terreno (m2)	Área Construída (m2)	ABL (m2)
Regional	A	431	316	21827	130960	50000
Comunitario	B	257	218	5700	57610	15600
Regional	C	332	238	120006	75835	69312
Regional	D	321	220	218569	193830	70000
Regional	E	399	192	24552	93200	26443
Regional	F	253	164	127881	81000	40653
Regional	G	333	254	113000	201000	77100

Os *Shoppings Centers* regionais, devido as suas características, levam a observação de incidência de viagens de veículos com volumes de carga maiores. Isto ocorreu para os dois períodos tomados como base, próximos aos finais de semana e com maior frequência às sextas-feiras.

Neste trabalho, o *Shopping Center* denominado B é o único que recebe a classificação de comunitário, e possui assim um comportamento de viagens diferente dos demais. Trata-se de uma adaptação de uma edificação preparada originalmente para comportar uma única loja de departamentos. Por não ser inicialmente concebido para abrigar um *Shopping Center*, o empreendimento possui um depósito e uma área de carga/descarga considerados de pequeno porte para suportar a demanda de diferentes tipos de lojas e mercadorias.

Devido a estas características, apresenta um volume de viagens de veículos de carga maior que os demais no início da semana, para suprimento dos estoques das lojas para vendas durante o restante da semana. Este fator faz também com que muitas vezes haja espera de veículos nas vias públicas no entorno do estabelecimento em dias de pico de entrega, que para este caso ocorre às terças-feiras.

Constatou-se, numa análise geral, que independente da classificação ou de onde estejam localizados, os empreendimentos do tipo *Shopping Center* estudados apresentam as seguintes características:

- o dia de maior volume (pico) de viagens, com maior ocorrência, é a sexta-feira com 57,2% das observações, exceto no *Shopping Center* denominado B, que devido às suas características, o maior volume médio de viagens ocorre às terças-feiras;
- o veículo de carga mais utilizado é do tipo caminhão (47,43 % em média) seguido de vans e furgões para todos os empreendimentos estudados;
- os caminhões que mais efetivam entregas a estes *Shopping Centers* são do tipo pequeno e médio (caminhão simples de 2 e 3 eixos);
- domingo é um dia atípico de entregas, sendo estas mínimas e eventuais, podendo considerá-lo sempre como o dia de menor quantidade de viagens;
- o maior número de viagens de veículos de carga ocorre pelas manhãs, segundo informações obtidas na pesquisa realizada junto aos representantes dos *Shopping Centers*;

- não foram computadas viagens para entregas eventuais solicitadas pelos lojistas e que não utilizem a área operacional de carga/descarga dos estabelecimentos.

#### 4 MODELAGEM DA DEMANDA

Para modelagem da demanda de viagens por veículos de carga, foram inicialmente realizadas análises dos índices de correlação linear entre a variável dependente (viagens de veículos de carga) e as variáveis independentes, bem como da correlação das variáveis independentes entre si. Foram consideradas para efeito desta análise 10 (dez) variáveis independentes:

- área do terreno em metros quadrados ( $X_1$ )
- área construída em metros quadrados ( $X_2$ )
- área bruta locável em metros quadrados ( $X_3$ )
- número total de lojas ( $X_4$ )
- número total de lojas satélite ( $X_5$ )
- número total de lojas âncora ( $X_6$ )
- número total de salas comerciais ( $X_7$ )
- número total de vagas de estacionamento de veículos de passeio ( $X_8$ )
- volume médio de clientes por dia ( $X_9$ )
- número médio de funcionários ( $X_{10}$ )

Nas análises de correlação linear observou-se que as variáveis independentes possuem uma baixa correlação com a variável dependente. Mesmo assim, foram utilizadas as que apresentaram maior correlação na amostra, ou seja: área construída, área bruta locável, lojas satélite, lojas âncora, total de lojas, vagas de estacionamento, salas comerciais, volume médio de clientes e número médio de funcionários. Como algumas delas tinham alta correlação entre si, definiu-se a utilização primeiramente de apenas duas e, posteriormente, de três variáveis independentes na análise de regressão.

Foram realizadas análises considerando três variáveis dependentes (uma por vez): o volume total de viagens na semana; o volume de viagens considerando somente o dia de maior pico; e o volume médio de viagens nos dias da semana (desconsiderando-se as viagens no dia de maior pico).

A tabela 3 apresenta para os dois períodos distintos analisados, todas as equações encontradas, por meio de regressão linear, considerando-se as viagens de todos os tipos de veículos de carga para os *Shopping Centers*. Já na tabela 4 podem ser verificadas separadamente as equações considerando-se somente as viagens dos veículos de carga do tipo caminhão (mais freqüentes).

Observa-se que o melhor coeficiente de determinação ( $R^2$ ) encontrado para as equações da tabela 3 foi 0,533 (equação 27), Para a tabela 4 o melhor valor foi 0,737 (equação 43). A maior incidência dos coeficientes de determinação ocorre para valores menores que 0,3, valor considerado como inadequado (Stevenson, 1981). Também quando analisado o nível de significância dos coeficientes (de todas as variáveis utilizadas), para todas as equações, constatou-se que estas não possuem níveis de confiança desejável, ou seja, entre 90% e 99% .

Portanto, nenhuma das equações obtidas pode ser considerada representativa como função de demanda de veículos de carga para os *Shopping Centers* pesquisados. Sendo assim, partiu-se para um outro tipo de análise, considerando o intercepto nulo na função resultante.

**Tabela 3: Equações de Regressão  
Todos os Veículos de Carga**

18-24 DEZ 2006	Equação (2 VARIÁVEIS)	Equação	R <sup>2</sup>	Equação (3 VARIÁVEIS)	Equação	R <sup>2</sup>
Y = Volume veículos carga (T)	$Y = 125,135 + 0,00051X_2 + 0,002921X_6$	EQ. 1	0,296	$Y = 107,07 + 0,00045X_2 + 0,0822X_4 + 0,0028X_6$ $Y = 106,72 + 0,00045X_2 + 0,820X_6 + 0,0028X_6$	EQ. 10 EQ. 11	0,331 0,331
Y = Volume veículos carga (T)	$Y = 185,475 + 0,1223X_4 + 0,00207X_6$	EQ. 2	0,203			
Y = Volume veículos carga (T)	$Y = 184,789 + 0,1223X_6 + 0,00206X_6$	EQ. 3	0,203			
Y = Volume veículos carga (P)	$Y = 44,348 + 0,014803X_4 + 0,000468X_6$	EQ. 4	0,214	$Y = 39,37 + 0,863X_6 - 0,0015X_6 + 0,00044X_6$ $Y = 39,37 + 0,1015X_4 + 0,879X_6 + 0,0044X_6$	EQ. 12 EQ. 13	0,235 0,235
Y = Volume veículos carga (P)	$Y = 45,480 + 0,8105X_6 + 0,00044X_6$	EQ. 5	0,197			
Y = Volume veículos carga (P)	$Y = 44,208 + 0,0149X_6 + 0,000467X_6$	EQ. 6	0,215			
Y = Volume veículos carga (FP)	$Y = 30,548 + 0,0181X_4 + 5,96^{(e-5)}X_2$	EQ. 7	0,287	$Y = 29,401 + 2,28^{(e-5)}X_2 + 0,02X_4 - 0,003X_6$ $Y = 39,37 + 0,1015X_4 + 0,879X_6 + 0,0044X_6$	EQ. 14 EQ. 15	0,291 0,290
Y = Volume veículos carga (FP)	$Y = 30,447 + 0,0180X_6 + 5,96^{(e-5)}X_2$	EQ. 8	0,286			
Y = Volume veículos carga (FP)	$Y = 36,078 + 0,0037X_6 + 6,06^{(e-5)}X_2$	EQ. 9	0,208			
T = total viagens	P = viagens dia Pico			FP = viagens dias Fora de Pico		

05-11 MAR 2007	Equação (2 VARIÁVEIS)	Equação	R <sup>2</sup>	Equação (3 VARIÁVEIS)	Equação	R <sup>2</sup>
Y = Volume veículos carga (T)	$Y = 203,89 - 4,185X_6 + 4,334 X_4$	EQ. 16	0,273	$Y = 78,35 + 0,164X_4 - 0,00146X_7 + 0,0019X_6$ $Y = 77,67 + 0,164X_6 - 0,0016X_7 + 0,0019X_6$	EQ. 25 EQ. 26	0,437 0,434
Y = Volume veículos carga (T)	$Y = 169,781 + 0,0053X_7 + 0,1236X_4$	EQ. 17	0,255			
Y = Volume veículos carga (T)	$Y = 79,264 + 0,00188X_6 + 0,1565X_4$	EQ. 18	0,436			
Y = Volume veículos carga (P)	$Y = 39,142 - 5,43^{(e-5)}X_3 + 8,87^{(e-5)}X_2$	EQ. 19	0,296	$Y = 44,80 + 7,73^{(e-5)}X_2 + 1,677X_4 - 1,65X_6$ $Y = 54,43 + 0,00022X_3 + 2,602X_4 - 2,600X_6$	EQ. 27 EQ. 28	0,533 0,454
Y = Volume veículos carga (P)	$Y = 33,71 + 0,01966X_4 + 7,39^{(e-5)}X_2$	EQ. 20	0,397			
Y = Volume veículos carga (P)	$Y = 33,668 + 0,0193X_6 + 7,41^{(e-5)}X_2$	EQ. 21	0,394			
Y = Volume veículos carga (FP)	$Y = 22,225 + 1,87^{(e-5)}X_3 + 0,00191X_4$	EQ. 22	0,246	$Y = 8,16 + 2,28^{(e-5)}X_3 + 0,0193X_4 + 0,000275X_6$ $Y = 8,45 + 2,28^{(e-5)}X_3 + 0,0193X_4 + 0,00027544X_6$	EQ. 29 EQ. 30	0,468 0,465
Y = Volume veículos carga (FP)	$Y = 21,694 + 0,00081X_7 + 0,0166X_4$	EQ. 23	0,262			
Y = Volume veículos carga (FP)	$Y = 8,562 + 0,00027X_6 + 0,215X_4$	EQ. 24	0,464			
T = total viagens	P = viagens dia Pico			FP = viagens dias Fora de Pico		

$X_2$ = área construída	$X_3$ = Área Bruta Locável (ABL)	$X_4$ = lojas satélite	$X_5$ = lojas âncora
$X_6$ = total lojas	$X_7$ = vagas estacionamento	$X_8$ = salas comerciais	$X_9$ = volume médio clientes

**Tabela 4: Equações de Regressão  
Veículos de Carga do tipo Caminhão**

18-24 DEZ 2006	Equação (2 VARIÁVEIS)	Equação	R <sup>2</sup>	Equação (3 VARIÁVEIS)	Equação	R <sup>2</sup>
Y = Volume Caminhão (T)	$Y = 72,472 + 0,000114X_2 + 0,001358X_6$	EQ. 31	0,159	$Y = 63,88 + 8,57^{(e-5)}X_2 + 0,039X_4 + 0,013X_6$ $Y = 63,88 + 8,62^{(e-5)}X_2 + 0,038X_6 + 0,0013X_6$	EQ. 40 EQ. 41	0,185 0,184
Y = Volume Caminhão (T)	$Y = 78,826 + 0,00467X_4 + 0,00117X_6$	EQ. 32	0,170			
Y = Volume Caminhão (T)	$Y = 78,849 + 0,0459X_6 + 0,001173X_6$	EQ. 33	0,169			
Y = Volume Caminhão (P)	$Y = 9,547 + 1,53^{(e-5)}X_4 + 0,000177X_6$	EQ. 34	0,141	$Y = 18,77 + 0,35X_4 - 0,344X_6 + 0,0026X_6$ $Y = 26,63 + 0,109X_4 + 0,00042X_6 - 0,013X_{10}$	EQ. 42 EQ. 43	0,269 0,737
Y = Volume Caminhão (P)	$Y = 16,822 + 0,008163X_6 + 0,00026X_6$	EQ. 35	0,257			
Y = Volume Caminhão (P)	$Y = 16,799 + 0,0081X_{10} + 0,000259X_6$	EQ. 36	0,256			
Y = Volume Caminhão (FP)	$Y = 11,244 + 0,000557X_2 + 0,000207X_6$	EQ. 37	0,161	$Y = 8,35 + 1,13^{(e-5)}X_2 + 0,0054X_4 + 0,00017X_6$ $Y = 8,36 + 1,14^{(e-5)}X_2 + 0,0052X_6 + 0,00017X_6$	EQ. 44 EQ. 45	0,167 0,166
Y = Volume Caminhão (FP)	$Y = 9,547 + 1,53^{(e-5)}X_4 + 0,000177X_6$	EQ. 38	0,141			
Y = Volume Caminhão (FP)	$Y = 10,334 + 0,00642X_6 + 0,000152X_6$	EQ. 39	0,153			
T = total viagens	P = viagens dia Pico			FP = viagens dias Fora de Pico		

05-11 MAR 2007	Equação (2 VARIÁVEIS)	Equação	R <sup>2</sup>	Equação (3 VARIÁVEIS)	Equação	R <sup>2</sup>
Y = Volume Caminhão (T)	$Y = 7,904 + 0,559X_4 + 0,00163X_6$	EQ. 46	0,372	$Y = 48,75 + 7,26X_4 - 7,21X_6 + 0,0018X_6$ $Y = 50,19 + 0,491X_4 + 0,0023X_6 - 0,057X_{10}$	EQ. 55 EQ. 56	0,570 0,689
Y = Volume Caminhão (T)	$Y = 8,061 + 0,00546X_6 + 0,00163X_6$	EQ. 47	0,369			
Y = Volume Caminhão (T)	$Y = 18,716 + 0,00281X_{10} + 0,00158X_6$	EQ. 48	0,314			
Y = Volume Caminhão (P)	$Y = 10,341 + 0,006313X_4 + 0,000152X_6$	EQ. 49	0,152	$Y = 3,58 + 0,0022X_4 + 0,0096X_6 + 0,0003X_6$ $Y = 17,78 + 0,102X_4 + 0,00036X_6 - 0,012X_{10}$	EQ. 57 EQ. 58	0,307 0,621
Y = Volume Caminhão (P)	$Y = 19,640 + 5,93^{(e-5)}X_6 + 0,000256X_6$	EQ. 50	0,216			
Y = Volume Caminhão (P)	$Y = 3,540 + 0,01062X_{10} + 0,000365X_6$	EQ. 51	0,305			
Y = Volume Caminhão (FP)	$Y = -0,179 + 0,007419X_4 + 0,000236X_6$	EQ. 52	0,403	$Y = 4,75 + 0,878X_4 - 0,871X_6 + 0,00025X_6$ $Y = 5,40 + 0,064X_4 + 0,00033X_6 - 0,0076X_{10}$	EQ. 59 EQ. 60	0,557 0,696
Y = Volume Caminhão (FP)	$Y = 16,572 - 0,6889X_6 + 0,6953X_6$	EQ. 53	0,154			
Y = Volume Caminhão (FP)	$Y = 1,2452 + 0,000376X_{10} + 0,00023X_6$	EQ. 54	0,349			
T = total viagens	P = viagens dia Pico			FP = viagens dias Fora de Pico		

$X_2$ = área construída	$X_4$ = lojas satélite	$X_5$ = total lojas
$X_6$ = salas comerciais	$X_6$ = volume médio clientes	$X_{10}$ = n°. médio funcionários

#### 4.1 Análise por regressão linear considerando o intercepto nulo

Tendo em vista que as análises anteriores não resultaram em equações consideradas estatisticamente significativas partiu-se para uma análise considerando-se o intercepto da função como nulo, ou seja, passando pela origem. Dentro deste conceito, foram considerados como variáveis independentes: área construída, área bruta locável e o número médio de clientes.

Estas variáveis foram escolhidas considerando-se a lógica de que, se a variável independente “X” (área construída, área bruta locável e número de clientes) for igual a zero, ou seja, “não existe *Shopping Center*” ou seja, “não existe movimento de vendas no *Shopping Centers*” a variável dependente “Y” (volume de veículos de carga demandados) também será igual a zero. Desta forma, foram obtidas as equações apresentadas nas tabelas 5 e 6, para os dois períodos analisados. Na tabela 5 são apresentadas as equações considerando-se todos os veículos de carga, e na tabela 6 as equações considerando somente os veículos de carga do tipo caminhão (mais freqüentes).

**Tabela 5: Equações com o Intercepto nulo  
Todos os Veículos de Carga**

18-24 DEZ 2006	Equação (2 VARIÁVEIS)	Equação	R <sup>2</sup>
Y = Volume veículos carga (T)	$Y = 0,00076X_2 + 0,00475X_9$	<b>EQ. 61</b>	0,973
Y = Volume veículos carga (P)	$Y = 0,00012X_2 + 0,00113X_9$	<b>EQ. 62</b>	0,973
Y = Volume veículos carga (FP)	$Y = 0,00012 X_2 + 0,00055 X_9$	<b>EQ. 63</b>	0,969
T = total viagens	P = viagens dia Pico		FP = viagens dias Fora de Pico
05-11 MAR 2007	Equação (2 VARIÁVEIS)	Equação	R <sup>2</sup>
Y = Volume veículos carga (T)	$Y = 0,00055X_2 + 0,00322X_9$	<b>EQ. 64</b>	0,980
Y = Volume veículos carga (P)	$Y = 0,00014 X_2 + 0,00063X_9$	<b>EQ. 65</b>	0,984
Y = Volume veículos carga (FP)	$Y = 6,897 (e^{-5}) X_2 + 0,00043X_9$	<b>EQ. 66</b>	0,977
T = total viagens	P = viagens dia Pico		FP = viagens dias Fora de Pico
$X_2 = \text{área construída}$		$X_3 = \text{volume médio clientes}$	
18-24 DEZ 2006	Equação (2 VARIÁVEIS)	Equação	R <sup>2</sup>
Y = Volume veículos carga (T)	$Y = 0,00127X_3 + 0,00522X_9$	<b>EQ. 67</b>	0,959
Y = Volume veículos carga (P)	$Y = 0,00019X_3 + 0,00122X_9$	<b>EQ. 68</b>	0,965
Y = Volume veículos carga (FP)	$Y = 0,00023X_3 + 0,00062X_9$	<b>EQ. 69</b>	0,949
T = total viagens	P = viagens dia Pico		FP = viagens dias Fora de Pico
05-11 MAR 2007	Equação (2 VARIÁVEIS)	Equação	R <sup>2</sup>
Y = Volume veículos carga (T)	$Y = 0,00115X_3 + 0,00335X_9$	<b>EQ. 70</b>	0,969
Y = Volume veículos carga (P)	$Y = 0,000268 X_3 + 0,00069X_9$	<b>EQ. 71</b>	0,966
Y = Volume veículos carga (FP)	$Y = 0,00014X_3 + 0,00044 X_9$	<b>EQ. 72</b>	0,969
T = total viagens	P = viagens dia Pico		FP = viagens dias Fora de Pico
$X_3 = \text{área bruta locável}$		$X_3 = \text{volume médio clientes}$	

**Tabela 6: Equações de Regressão Considerando o Intercepto nulo  
Veículos de Carga do tipo Caminhão**

18-24 DEZ 2006	Equação (2 VARIÁVEIS)	Equação	R <sup>2</sup>
Y = Volume Caminhão (T)	$Y = 0,000259X_2 + 0,00242X_9$	<b>EQ. 73</b>	0,956
Y = Volume Caminhão (P)	$Y = 5,291(e^{-5})X_2 + 0,00051X_9$	<b>EQ. 74</b>	0,972
Y = Volume Caminhão (FP)	$Y = 3,441(e^{-5})X_2 + 0,00031X_9$	<b>EQ. 75</b>	0,951
T = total viagens	P = viagens dia Pico		FP = viagens dias Fora de Pico

  

05-11 MAR 2007	Equação (2 VARIÁVEIS)	Equação	R <sup>2</sup>
Y = Volume Caminhão (T)	$Y = 9,677(e^{-5})X_2 + 0,00194X_9$	<b>EQ. 76</b>	0,949
Y = Volume Caminhão (P)	$Y = 3,686(e^{-5})X_2 + 0,00038X_9$	<b>EQ. 77</b>	0,950
Y = Volume Caminhão (FP)	$Y = 9,985(e^{-5})X_2 + 0,00026X_9$	<b>EQ. 78</b>	0,947
T = total viagens	P = viagens dia Pico		FP = viagens dias Fora de Pico

  

$X_2 = \text{área construída}$	$X_9 = \text{volume médio clientes}$
--------------------------------	--------------------------------------

  

18-24 DEZ 2006	Equação (2 VARIÁVEIS)	Equação	R <sup>2</sup>
Y = Volume Caminhão (T)	$Y = 0,00020X_3 + 0,00279X_9$	<b>EQ. 79</b>	0,945
Y = Volume Caminhão (P)	$Y = 6,346(e^{-5})X_3 + 0,00057X_9$	<b>EQ. 80</b>	0,963
Y = Volume Caminhão (FP)	$Y = 2,426(e^{-5})X_3 + 0,00036X_9$	<b>EQ. 81</b>	0,940
T = total viagens	P = viagens dia Pico		FP = viagens dias Fora de Pico

  

05-11 MAR 2007	Equação (2 VARIÁVEIS)	Equação	R <sup>2</sup>
Y = Volume Caminhão (T)	$Y = 3,477X_3(e^{-5}) + 0,00212X_9$	<b>EQ. 82</b>	0,946
Y = Volume Caminhão (P)	$Y = 2,976 X_3 + 0,00043X_9$	<b>EQ. 83</b>	0,941
Y = Volume Caminhão (FP)	$Y = 8,356 X_3(e^{-5}) + 0,00028X_9$	<b>EQ. 84</b>	0,945
T = total viagens	P = viagens dia Pico		FP = viagens dias Fora de Pico

  

$X_3 = \text{área bruta locável}$	$X_9 = \text{volume médio clientes}$
-----------------------------------	--------------------------------------

Das equações obtidas considerando-se o intercepto nulo, todas apresentaram coeficientes de determinação ( $R^2$ ) superiores a 0,9 (considerados adequados por serem maiores que 0,7 (Stevenson, 1981)), tanto para os dois períodos analisados, como para as duas situações: (1) todos os veículos de carga ou (2) somente para caminhões.

Porém, devem ser destacadas as equações 61, 63, 64, 65 e 66 por serem estatisticamente significantes, com base no teste  $t$  e no valor- $p$ , e com níveis de confiança variando entre 95% e 99%. Observe-se que estas são as equações que têm como variável independente a área construída e o volume médio de clientes. Nestas quatro equações o valor de  $t$  variou entre 2,23 a 3,40, em relação a variável “área construída” e entre 4,11 e 5,90 em relação a variável número “médio de clientes”.

Outra análise que também pode ser considerada para tomada de decisão por parte dos empreendedores e planejadores de transporte é a verificação do comportamento destas viagens tomando como base apenas uma única variável independente. Para este caso, foram realizadas as análises para as variáveis área construída e área bruta locável dos *Shopping Centers*. Constatou-se que todas as equações resultantes deste tipo de análise tiveram  $R^2 > 0,7$  e foram estatisticamente significantes com base no teste t e no valor-p, e com níveis de confiança de 99% , conforme se pode observar nas tabelas 7 e 8.

**Tabela 7: Equações com o Intercepto nulo  
Todos os Veículos de Carga**

18-24 DEZ 2006	Equação (1 VARIÁVEL)	Equação	R <sup>2</sup>
Y = Volume veículos carga (T)	$Y = 0,00023 X_2$	<b>EQ. 85</b>	0,840
Y = Volume veículos carga (P)	$Y = 0,00051 X_2$	<b>EQ. 86</b>	0,814
Y = Volume veículos carga (FP)	$Y = 0,00032 X_2$	<b>EQ. 87</b>	0,864
T = total viagens	P = viagens dia Pico		FP = viagens dias Fora de Pico

  

05-11 MAR 2007	Equação (1 VARIÁVEL)	Equação	R <sup>2</sup>
Y = Volume veículos carga (T)	$Y = 0,00164 X_2$	<b>EQ. 88</b>	0,853
Y = Volume veículos carga (P)	$Y = 0,00036 X_2$	<b>EQ. 89</b>	0,876
Y = Volume veículos carga (FP)	$Y = 0,00021 X_2$	<b>EQ. 90</b>	0,844
T = total viagens	P = viagens dia Pico		FP = viagens dias Fora de Pico

$X_2 = \text{área construída}$

18-24 DEZ 2006	Equação (1 VARIÁVEL)	Equação	R <sup>2</sup>
Y = Volume veículos carga (T)	$Y = 0,00566 X_3$	<b>EQ. 91</b>	0,833
Y = Volume veículos carga (P)	$Y = 0,00122 X_3$	<b>EQ. 92</b>	0,819
Y = Volume veículos carga (FP)	$Y = 0,00075 X_3$	<b>EQ. 93</b>	0,847
T = total viagens	P = viagens dia Pico		FP = viagens dias Fora de Pico

  

05-11 MAR 2007	Equação (1 VARIÁVEL)	Equação	R <sup>2</sup>
Y = Volume veículos carga (T)	$Y = 0,00397 X_3$	<b>EQ. 94</b>	0,860
Y = Volume veículos carga (P)	$Y = 0,00085 X_3$	<b>EQ. 95</b>	0,863
Y = Volume veículos carga (FP)	$Y = 0,00052 X_3$	<b>EQ. 96</b>	0,858
T = total viagens	P = viagens dia Pico		FP = viagens dias Fora de Pico

$X_3 = \text{área bruta locável}$

**Tabela 8: Equações com o Intercepto nulo  
Veículos de Carga do tipo Caminhão**

<b>18-24 DEZ 2006</b>			
	Equação (1 VARIÁVEL)	Equação	R <sup>2</sup>
Y = Volume Caminhão (T)	$Y = 0,00107 X_2$	<b>EQ. 97</b>	0,798
Y = Volume Caminhão (P)	$Y = 0,00023 X_2$	<b>EQ. 98</b>	0,808
Y = Volume Caminhão (FP)	$Y = 0,000141 X_2$	<b>EQ. 99</b>	0,714
T = total viagens	P = viagens dia Pico		FP = viagens dias Fora de Pico

  

<b>05-11 MAR 2007</b>			
	Equação (1 VARIÁVEL)	Equação	R <sup>2</sup>
Y = Volume Caminhão (T)	$Y = 0,00075 X_2$	<b>EQ. 100</b>	0,753
Y = Volume Caminhão (P)	$Y = 0,00016 X_2$	<b>EQ. 101</b>	0,787
Y = Volume Caminhão (FP)	$Y = 0,0082 X_2$	<b>EQ. 102</b>	0,742
T = total viagens	P = viagens dia Pico		FP = viagens dias Fora de Pico

$X_2 = \text{área construída}$

<b>18-24 DEZ 2006</b>			
	Equação (1 VARIÁVEL)	Equação	R <sup>2</sup>
Y = Volume Caminhão (T)	$Y = 0,00255 X_3$	<b>EQ. 103</b>	0,780
Y = Volume Caminhão (P)	$Y = 0,00055 X_3$	<b>EQ. 104</b>	0,804
Y = Volume Caminhão (FP)	$Y = 0,00033 X_3$	<b>EQ. 105</b>	0,772
T = total viagens	P = viagens dia Pico		FP = viagens dias Fora de Pico

  

<b>05-11 MAR 2007</b>			
	Equação (1 VARIÁVEL)	Equação	R <sup>2</sup>
Y = Volume Caminhão (T)	$Y = 0,00182 X_3$	<b>EQ. 106</b>	0,761
Y = Volume Caminhão (P)	$Y = 0,00039 X_3$	<b>EQ. 107</b>	0,774
Y = Volume Caminhão (FP)	$Y = 0,00024 X_3$	<b>EQ. 108</b>	0,756
T = total viagens	P = viagens dia Pico		FP = viagens dias Fora de Pico

$X_3 = \text{área bruta locável}$

Como estas equações têm um coeficiente de determinação  $R^2 > 0,7$  e são estatisticamente significativas em relação as variáveis analisadas, considera-se que todas poderiam ser utilizadas para fazer estimativas da atração de viagens de veículos de carga (com maior frequência por caminhões) em *Shopping Centers*.

## 5 CONCLUSÕES

Neste trabalho procurou-se definir um modelo para avaliação da demanda de veículos de carga para *Shopping Centers*, visando auxiliar no estudo dos impactos da operação destes

veículos na área do entorno destes empreendimentos quando da sua implantação, ampliação ou simples funcionamento (empreendimentos já existentes).

Constou-se, a partir da pesquisa realizada, numa primeira análise que as equações resultantes não podiam ser consideradas estatisticamente significativas e não tinham coeficientes de determinação adequados ( $R^2 > 0,7$ ). Ou seja, numa primeira análise ao se utilizar o método de regressão não se observou uma boa relação entre a demanda de viagens de veículos de carga com as variáveis escolhidas para caracterizar os *Shopping Centers*. Optou-se então, numa segunda análise, por considerar as equações com o intercepto nulo e foram, então, obtidas equações com coeficiente de determinação maior que 0,7 e um nível de significância estatística adequado. Estas equações relacionam a demanda de viagens por veículos de carga ou caminhões com a área construída, área bruta locável e com o volume médio de clientes. Inicialmente, foram utilizadas duas destas variáveis em conjunto e posteriormente apenas as variáveis, área construída e a área bruta locável separadamente. Com isto considera-se que estas equações podem ser utilizadas numa estimativa da demanda de viagens atraídas para este tipo de empreendimento, respeitadas as limitações apresentadas na pesquisa..

Ressalta-se que esta análise compreendeu apenas um conjunto de *Shoppings Centers* no Rio de Janeiro e que este mesmo tipo de pesquisa deveria ser realizado em outras cidades possibilitando uma comparação e possivelmente a proposição de um modelo mais abrangente em termos nacionais para a estimativa deste tipo de demanda.

## REFERÊNCIAS

- GASPARINI, A. (2008) **Atratividade do Transporte de Carga para Pólos Geradores de Viagem em áreas** Dissertação (Mestrado) - Instituto Militar de Engenharia – Rio de Janeiro.
- GOLDNER L.G. e PORTUGAL L.S. (2003). **Estudo de Pólos Geradores de Tráfego e de seus Impactos nos Sistemas Viários e de Transportes**. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo.
- ITE (2001) **Trip Generation Handbook: An ITE Recommend Practice**. Washington, DC, USA.
- MELO, Inez C. B. (2002). **Avaliação da Demanda por Transporte de Carga em Áreas Urbanas, 2002**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro/RJ.
- OGDEN, K. W. (1992). **Urban Goods Movement, a Guide to Policy and Planning**. Ashgate, England
- SILVA Leandro Rodrigues (2006). **Influência dos Pólos Geradores de Viagens para estudos de Geração de Viagens – Um estudo de caso nos Supermercados e Hipermercados**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília/DF.
- STEVENSON, W. J. (1981) **Estatística Aplicada à Administração**. São Paulo, Editora Harbra Ltda.