

UMA ANÁLISE DA DEMANDA DE VEÍCULOS DE CARGA PARA SUPERMERCADOS

*Gasparini, André
Instituto Militar de Engenharia
E-mail: andregasparini@hotmail.com*

*Campos, Vânia B.G.,
Instituto Militar de Engenharia
E-mail: vânia@ime.eb.br*

*D'Agosto, Márcio A.,
Universidade Federal do Rio de Janeiro
E-mail: dagosto@pet.coppe.ufrj*

RESUMO

Neste trabalho apresenta-se uma proposta de modelagem da demanda de viagens de veículos de carga para supermercados. Para tanto foi realizada uma pesquisa durante uma semana na cidade do Rio de Janeiro. Esta pesquisa possibilitou o conhecimento do perfil de movimentação dos veículos de carga para estes empreendimentos e um conjunto de informações sobre diferentes tipos de supermercados. Com o conjunto de informações obtidas chegou-se a taxas de geração de viagens e equações utilizando-se o método de regressão. Considera-se que estas taxas e equações possibilitam uma estimativa da demanda de viagens de veículos de carga para estes empreendimentos e, conseqüentemente, subsidiar as análises de impacto na circulação viária quando da implantação ou melhoramento de supermercados.

Palavras chaves: transporte de carga, demanda de viagens , pólos geradores de viagens

INTRODUÇÃO

Supermercados são empreendimentos comerciais que independente de seu tamanho ou características são pólos de atração de viagens, tanto de pessoas quanto de carga. Sendo assim, quando da sua implantação devem ser analisados os impactos que esta movimentação de pessoas e carga pode causar no sistema viário urbano. Para tanto, faz-se necessário o desenvolvimento de modelos que possam fazer uma estimativa desta movimentação.

No transporte da carga são utilizados diferentes tipos de veículos que podem pertencer à própria rede de supermercados, fazendo a distribuição a partir de um depósito central, ou de um distribuidor específico; cada um deles obedecendo a uma programação de acordo com a sua cadeia de distribuição e com as leis municipais. Estas em muitos casos definem os horários de circulação de veículos de carga e de embarque e desembarque nas vias urbanas. Desta forma, existem situações que podem levar a uma concentração de veículos de carga nas vias de entorno, muitas vezes em períodos curtos do dia e que podem agravar os problemas de congestionamento nas áreas urbanas.

Com o objetivo de contribuir para o estudo dos impactos causados pela implantação de pólos geradores de viagem, apresenta-se neste trabalho, o desenvolvimento de uma pesquisa em supermercados visando à modelagem da demanda de viagens de veículos de carga a partir da amostra pesquisada.

Para tanto, foi realizada inicialmente uma pesquisa bibliográfica para identificar a existência de trabalhos que abordassem a questão da geração de viagens por veículos de carga para empreendimentos deste tipo. Poucos trabalhos foram encontrados e não atendiam ao objetivo desejado. A partir destes trabalhos, e de outros relacionados com pólos geradores de viagem, foram identificadas as variáveis que poderiam compor a análise desta demanda e que deveriam ser pesquisadas e, posteriormente, avaliadas numa tentativa de modelagem da mesma.

Definidas as variáveis a serem pesquisadas, desenvolveu-se um questionário que foi aplicado em 21 supermercados na cidade do Rio de Janeiro. As informações obtidas permitiram, numa primeira etapa, verificar o perfil da movimentação destes veículos e definir taxas de viagens atraídas por área construída e área de vendas. Numa segunda etapa foi realizada uma análise de correlação linear para identificar as variáveis que tinham uma melhor correlação com a variável dependente “viagens de veículos de carga” e numa terceira etapa buscou-se definir as equações de viagens atraídas com a utilização do método de regressão linear.

Desta forma, nas seções a seguir apresenta-se o resumo de uma revisão sobre modelos de demanda de transporte de carga, o procedimento de pesquisa, um resumo do resultado da pesquisa, uma análise do perfil de movimentação, as taxas de geração de viagens e os modelos de demanda resultantes da análise.

GERAÇÃO DE VIAGENS POR TRANSPORTE DE CARGA EM MEIO URBANO

Através de levantamento bibliográfico, pôde-se constatar que a geração de viagens ocasionadas pelo movimento de carga em centros urbanos ainda não foi objeto de análises mais aprofundadas no planejamento dos transportes ao longo dos anos.

Como forma de dar suporte a análise, objeto deste trabalho, foi inicialmente realizado um estudo de modelos utilizados na avaliação de movimentação de veículos de carga a partir

XVI PANAM, July 15-18, 2010 – Lisbon, Portugal

dos quais foram identificadas as principais variáveis consideradas na análise de cada um.

Observou-se ainda, que os modelos de demanda por carga em áreas urbanas são muitas vezes expressos em termos de taxas de geração de viagens de caminhão ou em número de caminhões circulando na malha viária da zona a qual está sendo analisada.

Para melhor se visualizar os modelos levantados, a tabela 1 apresenta um resumo dos mesmos onde pode também se observar, as variáveis explicativas (independentes) tomadas como base para a composição de suas equações obtidas por regressão linear.

Tabela 1 . Modelos e suas variáveis

Modelo	Variável Dependente	Variáveis Explicativas / Independentes
HUTCHINSON (1974)	- nº. viagens atraídas/dia	- total de caminhões próprios das empresas - volume de produtos manufaturados - número total de escritórios das empresas - número total de empregados de escritórios
OGDEN (1992)	Baseado em mercadorias: - Mercadorias atraídas por zona de tráfego	- número de empregados no nível médio e superior na zona - número de empregados no nível de apoio (operários) na zona - número de empregados em indústrias na zona - população residente na zona - número de domicílios da zona - área total construída
	Baseado em viagens de caminhão: - nº. de viagens entre zonas de tráfego	- número de empregos: indústria, comércio varejista, terminais de transportes ; - população residente e - tempo de viagem entre as zonas
ITE (1995)	Viagens diárias de caminhões em dias úteis em terminais de caminhões	- número de docas dos terminais -número de empregados
TMIP (1996)	- demanda por carga/ano	- conhecimento do histórico de tráfego/ano
MELO (2002)	Para estabelecimentos comerciais: - volume de viagens de veículos de carga	- área construída de cada empreendimento
	Para empresas de transporte: - volume de viagens de veículos de carga	- nº. de veículos utilizados pela empresa - carga própria da empresa - carga horária trabalhada - distância percorrida

Fonte: Gasparini 2008

Hutchinson (1974), classifica o movimento urbano de cargas em três níveis: tendência espacial da demanda, tipo de mercadoria, e tamanho da remessa e considera que a previsão de demanda deve representar o inter-relacionamento entre as indústrias, terminais, fluxo de carga, escolha modal e rede de transporte urbano.

Neste trabalho Hutchinson (1974) apresenta o resultado de um estudo de geração de viagens por caminhão na Área Metropolitana de Toronto, através de informações coletadas num período de observação relativo a um dia de movimentos gerados por 240 indústrias manufatureiras. Hutchinson esclarece que se torna difícil estabelecer equações confiáveis a partir de dados coletados sobre curtos períodos de tempo.

Ogden (1992) faz uma análise em dois modelos: um baseado em movimentação de mercadorias e outro baseado em viagens por caminhões onde as características e as variáveis para cada um destes modelos são consideradas da seguinte forma:

- **Análise baseada em mercadorias:** considera que o sistema de carga está basicamente relacionado com o movimento de mercadorias, podendo ser modelado diretamente ou através de uma modelagem seqüencial (geração, distribuição, divisão modal e alocação). No entanto, uma alternativa é o uso de uma abordagem de estimativa direta, que agrupa os estágios de geração, distribuição e divisão em um único passo. As viagens de caminhão são derivadas da movimentação de mercadorias, através de um modelo de carregamento de veículos, e o resultado do modelo é a alocação de viagens de caminhão na malha viária;
- **Análise baseada em viagens de caminhão:** estima diretamente a atividade “viagem de caminhão”. São identificadas três subcategorias: uma abordagem de modelagem seqüencial, uma abordagem de estimativa direta (similares àquelas dos modelos anteriores) e uma abordagem de geração de tráfego de caminhão, que estima o número de viagens de caminhão geradas em um local ou área.

O modelo do TMIP (1996), desenvolvido pelo Departamento de Transportes dos Estados Unidos, trata-se de um programa criado para desenvolver novos procedimentos visando a previsão de demanda de pessoas e de carga a partir de dados coletados. Baseia-se em informações práticas do tipo econômicas, de tráfego, entre outras, as quais são pesquisadas e, posteriormente, lançadas no programa para previsão da demanda e das viagens por carga em determinado local. Adotam-se algumas aproximações no uso do método do fator de crescimento e são utilizadas duas abordagens: uma baseada em tendências históricas de tráfego e outra baseada em previsões de atividades econômicas.

O estudo do ITE (1997, apud Portugal & Goldner, 2003) compreende um levantamento de geração de viagens em 19 terminais de caminhões com área entre 75 e aproximadamente 32500m² e que possuem de 0 a 113 docas de carga /descarga.

Melo (2002) apresenta uma proposta para modelagem da demanda por transporte de carga em área urbana. O modelo proposto considera a possibilidade de se analisar a demanda de

carga para diferentes tipos de comércio de pequeno e médio porte, com base na movimentação de mercadorias e no número de veículos de entrega em determinada zona urbana, baseando-se em alguns critérios analisados no modelo de Ogden (1992).

Foram realizados dois tipos de pesquisa sendo uma para os estabelecimentos comerciais e outra para as empresas de transportes (distribuidoras):

- para estabelecimentos comerciais : foi aplicado o método de regressão linear simples para cada um dos segmentos consultados: supermercados, vestuário, comércio varejista, bar/restaurante, material de construção e combustível, sendo que os melhores resultados de modelagem foram para o comércio de bebidas e restaurantes e varejista.
- para empresas de transportes (distribuidoras): determinou-se um conjunto de equações (regressão múltipla) para se representar o comportamento de cada segmento pesquisado na análise da quantidade de viagens geradas pelas empresas considerando quatro variáveis independentes. Para este conjunto de empresas verificou-se que a variável mais significativa é o número de veículos de carga da empresa.

Em relação às taxas de viagens, Portugal e Goldner (2003) apresentam alguns exemplos de autores que avaliaram a demanda de caminhões identificando taxas por área construída ou por número de empregados. A tabela 2 apresenta alguns destes exemplos com alguma relação com supermercados utilizando a área construída e na tabela 3 considerando o número de empregados.

Tabela 2 – Taxa média diária de geração de Viagens de caminhões por 1000m² por área construída

Autor	Empreendimento	Taxa de viagens
Ogden (1992)	Supermercado	4.3
Christiansen (1979)	Shoppingcenters	1,45
Reich (1987)	varejo	21.5
Tadi e Baldach(1994)	Depositos	1.82

Tabela 3 – Taxa média diária de geração de Viagens de caminhões por número de empregados

Autor	Empreendimento	Taxa de viagens
Gannet (1993)	comércio	0,178
Wegman & Frederic (1995)	Empresas de manufatura	0,19

PROCEDIMENTO DE PESQUISA PARA ANÁLISE DA DEMANDA

A partir da revisão bibliográfica sobre modelos de demanda de transporte de carga em área urbana e modelos para pólos geradores de tráfego foram identificadas as variáveis que poderiam compor um modelo de demanda de viagens para supermercados. Estas variáveis foram pesquisadas utilizando-se um questionário que foi aplicado num conjunto de supermercados na cidade do Rio de Janeiro (Gasparini, 2008). Neste questionário buscou-se também informações que permitissem obter um perfil da movimentação destes veículos. A Tabela 4 apresenta um resumo das informações solicitadas no questionário.

Tabela 4 Informações solicitadas na pesquisa (questionário)

• Horário de funcionamento;	Área de Vendas (AV);
• Se o empreendimento faz parte de uma rede;	Área Total Construída (ATC);
• Se possui lojas anexas;	Área Total do Terreno (ATT);
• Se possui posto de gasolina;	Vagas Carga/Descarga
• Se possui restaurantes/prça de alimentação;	Vagas Estacionamento para clientes
• Se possui caixas ou agências bancárias;	• Número de Funcionários;
• Número de seções	• Número médio de clientes/dia;

Quanto ao fluxo de veículos de carga, procurou-se obter informações do tipo: quantidade de veículos diários (durante a semana analisada) chegando ao empreendimento, seus tipos e portes.

Para a definição do tamanho da amostra de supermercados a serem pesquisados, tomou-se como base o relatório de geração de viagens do ITE (2001). Neste relatório, recomenda-se que sejam pesquisados no mínimo entre 3 e 5 estabelecimentos para obtenção das taxas médias de geração de viagens em determinado local, levando-se em consideração a dificuldade que se encontra 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.

Para escolha dos empreendimentos, foi inicialmente realizada uma consulta à Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS) e à Associação de Supermercados do Rio de Janeiro (ASSERJ). A ABRAS classifica os supermercados de acordo com suas características, variedade de produtos comercializados e tamanhos, como:

- **Hipermercados:** empreendimentos de maior porte com área de vendas superior a 5.000 m², mais de 50 *check-outs* e uma média de 45 mil itens à venda. Contando com as seções de mercearia, hortifrúti, açougue, frios, laticínios, peixaria, padaria, bazar, têxteis e eletroeletrônicos com grande variedade de produtos e volume de vendas.

- **Superlojas ou Grandes supermercados:** aqueles com uma área de vendas entre 2.501 a 5.000 m², possuindo 21 a 30 *check-outs* e com foco principal em produtos alimentícios, oferecendo também têxteis e eletrônicos com uma média total de 20 mil itens.

- **Convencionais:** empreendimentos de porte médio com característica principal de uma loja de alimentos com boa variedade de produtos em seções de mercearia, hortifrutigranjeira, açougue, frios e laticínios, peixaria, padaria e bazar com uma média de 12 mil itens. Sua área de vendas tem variação de 1.001 a 2.500 m² e possui de 8 a 20 *check-outs*.

Desta forma, a definição da amostra se baseou no porte, e se definiu que seriam pesquisadas inicialmente, 10 (dez) de um conjunto de 15 (quinze) grandes redes de supermercados. Deste conjunto de redes de grandes redes de supermercados, 7 (sete) se dispuseram a responder ao questionário que foi aplicado num conjunto de 21 filiais sendo 8 na categoria de hipermercados, 7 super-lojas e 6 convencionais. As visitas para estes estabelecimentos foram realizadas durante uma semana do mês de setembro.

3 RESULTADOS DA PESQUISA E PERFIL DA MOVIMENTAÇÃO

A partir das respostas aos questionários foi possível obter um conjunto de informações que estão resumidas na tabela 5, assim como alguns gráficos que representam o perfil da movimentação de veículos de carga atraídos para cada uma das filiais dos supermercados estudados relativo às viagens observadas na semana pesquisada. Nesta tabela, as letras A,B,C,D,E,F e G foram utilizadas para representar as setes redes e os números as filiais das mesmas relacionando-as com as seguintes características:

- Área de terreno (AT)
- Área construída (AC)
- Área de venda (AV)
- Número de lojas
- Número de vagas de estacionamento
- Número médio de clientes por dia
- Número de funcionários

Tabela 5. Informações resultante da pesquisa realizada

Classe	total Viag	AT (m2)	AC (m2)	AV (m2)	Nº de Lojas	Vagas de estac.	médio Clientes /dia	Nº Funcion.
Hiper A6	30	8930	6100	5840	20	380	9200	246
Hiper B3	33	9360	6570	6230	17	350	9600	256
Hiper C2	28	8300	6025	5800	25	380	6500	236
Hiper D2	25	9265	5950	5732	20	300	3000	221
Hiper E3	34	11890	7950	7300	15	375	6800	260
Hiper F3	38	10645	7155	6340	12	350	9300	235
Hiper G1	23	9865	5890	5630	15	300	4350	187
Hiper G2	27	10540	8600	7240	20	350	5100	218
Superloja A4	24	3250	2930	2780	8	120	6600	167
Superloja A5	30	4300	3670	3204	5	200	7500	194
Superloja C1	20	5200	3980	3630	10	150	5300	187
Superloja D1	22	4970	3100	3340	10	158	1800	180
Superloja E2	24	5150	2980	3154	5	153	4600	173
Superloja F1	27	4405	3480	3220	8	200	6900	175
Superloja F2	24	6640	3970	4305	5	260	8000	202
Convencional A1	13	1950	1670	1310	0	12	3100	80
Convencional A3	16	1780	1590	1370	0	20	3500	90
Convencional B1	27	2420	2330	2100	0	40	4300	144
Convencional B2	19	1850	1680	1610	0	28	3800	130
Convencional A2	20	2130	1960	1820	0	70	4000	120
Convencional E1	26	3120	2460	2320	5	102	3800	150

Note-se que associado aos hipermercados existe um grande número de lojas anexas que aproveitam a demanda atraída para estes, o que não acontece, por exemplo, com os supermercados de menor tamanho como os convencionais, onde praticamente não existem lojas dentro da sua área.

A partir dos dados da tabela 5, observa-se uma média de aproximadamente 25 viagens de veículos de carga por supermercado na semana estudada. Por categoria, tem-se em média: 30 viagens atraídas para os hipermercados, 24 para as super-lojas e 20 para os supermercados convencionais. Nota-se assim, uma relação de número de viagens proporcional ao porte do supermercado.

Para a análise do perfil de movimentação, os gráficos foram desenhados também por tipo de supermercado conforme definido anteriormente. A figura 4 apresenta a distribuição semanal de viagens e observa-se que há uma concentração de viagens de veículos de carga às sextas-feiras, principalmente para hipermercados. Nas demais classes, observam-se também uma concentração de viagens no início da semana.

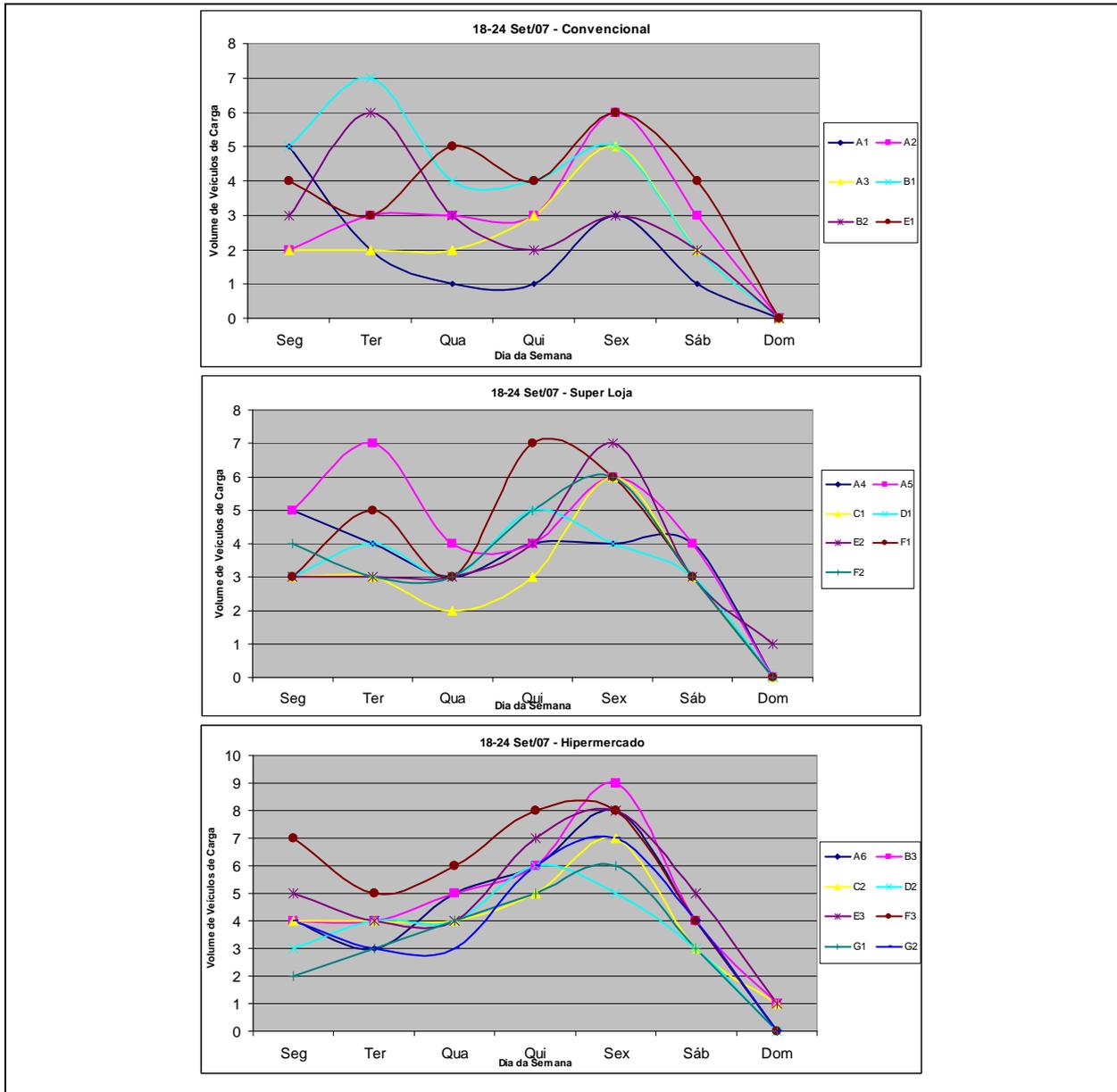


Figura 4. Distribuição de Viagens durante a semana pesquisada

Nas figuras de 5 a 10 são apresentados gráficos relativos a seis exemplos (dois por categoria de supermercados: convencionais, superlojas e hipermercados) de perfil de viagens por tipo de veículo de carga dentro do período analisado. Observa-se nestes casos um maior volume de caminhões quando comparados aos demais veículos de entrega e a concentração da movimentação destes veículos na sexta feira.

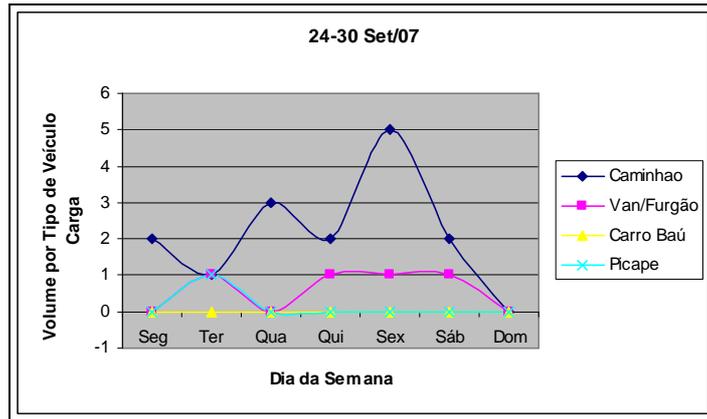


FIG. 5.. Distribuição de Viagens - Supermercado A2 Convencional

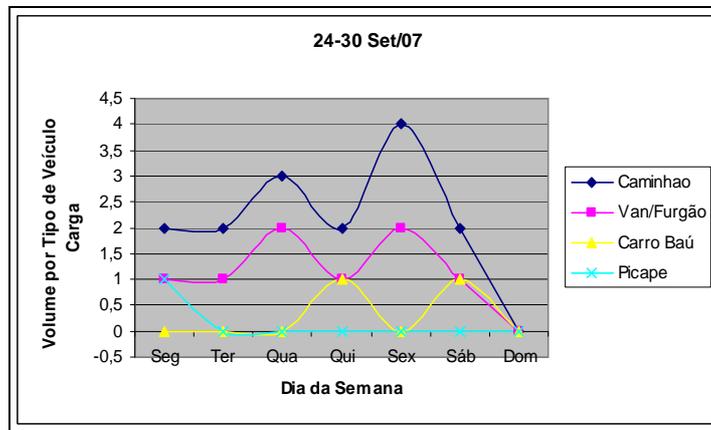


FIG. 6. Distribuição de Viagens - Supermercado E1 Convencional

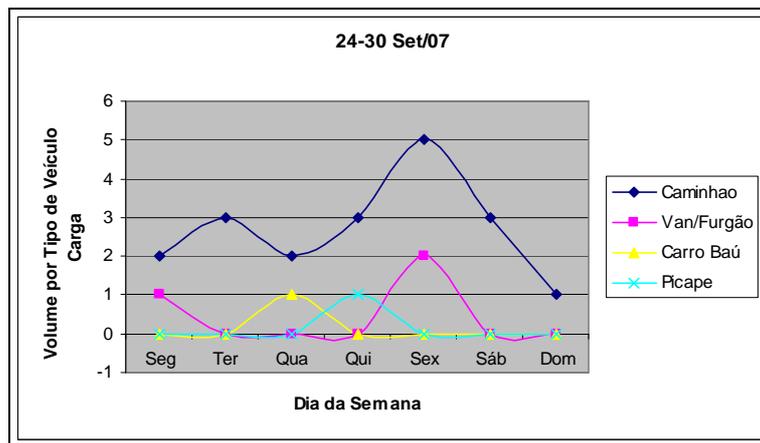


FIG. 7. Distribuição de Viagens - Supermercado E2 Superloja

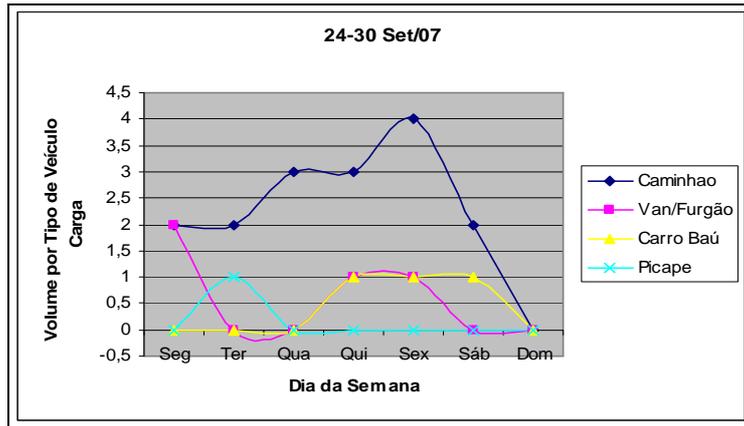


FIG. 8. Distribuição de Viagens - Supermercado F2 Superloja

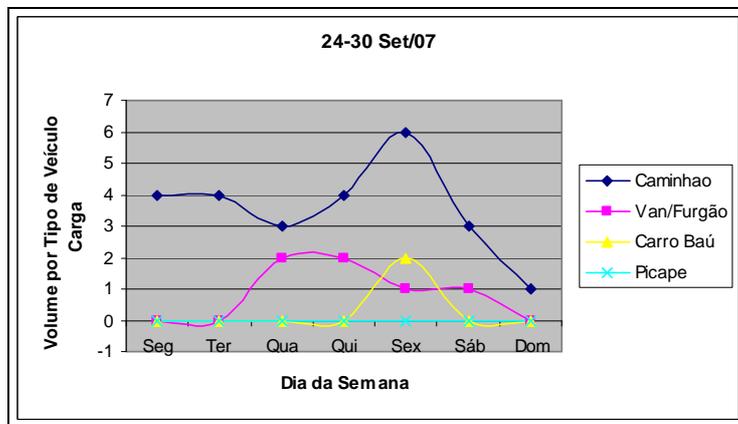


FIG. 9. Distribuição de Viagens - Supermercado B3 Hipermercado

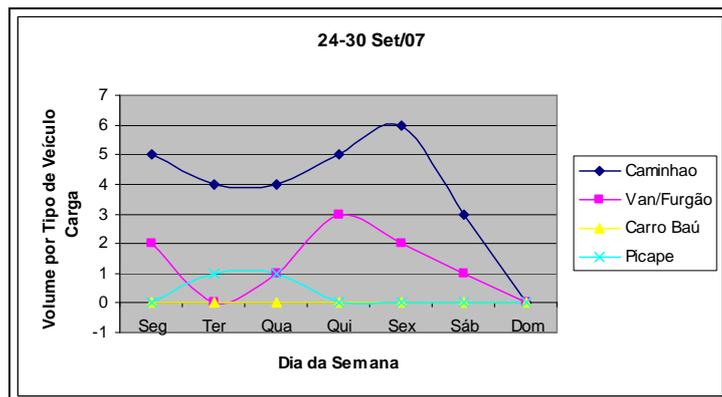


FIG. 10. Distribuição de Viagens - Supermercado F3 Hipermercado

A partir das respostas ao questionário e da observação no local pode-se verificar que, independente da sua classificação, os supermercados apresentam as seguintes características de movimentação de veículos de carga:

- maior volume de viagens, acontece em maioria às sextas-feiras
- o veículo com maior número de viagens é do tipo caminhão (média de 73%), seguido de vans e furgões em todas as filiais estudadas;
- os caminhões , em sua maioria, são do tipo pequeno e médio (caminhão simples de 2 e 3 eixos);
- as viagens no dia de maior movimento (dia pico) representam aproximadamente 27% das viagens totais na semana.
- sábado e domingo são dias atípicos de entregas sendo estas mínimas e eventuais, sendo quase nulas aos domingos;

Outros aspectos relevantes para o planejamento do transporte de cargas citados pelos entrevistados foi quanto ao supermercado possuir ou não um depósito próprio:

- quando o supermercado não possui depósito, no caso apenas as filiais classificadas como convencionais A1 e B1, o comportamento das viagens ocorre com maior volume no início da semana, geralmente nas segundas e terças-feiras no período da manhã;

- quando o supermercado possui depósito, no caso das demais filiais analisadas, o maior volume de viagens ocorre sextas-feiras e no período da tarde segundo informações obtidas na pesquisa realizada junto aos representantes dos supermercados.

TAXAS DE GERAÇÃO DE VIAGENS

Uma das formas de se analisar a geração de viagens está relacionada ao tipo de uso do solo ou tipo de empreendimento (PAPACOSTAS, 1987). Define-se, assim, uma taxa de geração de viagens (produção e/ou atração) por área construída/ocupada para um tipo de uso do solo (residencial, indústria etc.) ou por tipo de empreendimento instalado em determinado local. E conforme se verificou na revisão bibliográfica também podem ser definidas taxas por número de funcionários quando se trata de locais de trabalho como os supermercados.

A partir da pesquisa realizada foram, então, calculadas as taxas médias de viagens por 1.000 metros quadrados de área construída (AC) e área de vendas (AV), para os três tipos de categorias de supermercados. Procurou-se separar as taxas por tipo de classificação destes (convencional, superloja e hipermercado) devido ao número de filiais estudadas. Assim, nas tabelas 7 e 8 as taxas referem-se às viagens de todos os tipos de veículos de carga e na tabelas 9 e 10 as taxas apresentadas referem-se às viagens de carga por caminhão, no período analisado, com os respectivos desvios padrão.

Tabela 6 - Taxas de Viagens / 1.000 m² de área Construída (Todos os Veículos de Carga)

Tipo de supermercado	Por semana	Desvio padrão	Dia Pico	Desvio padrão
Hipermercado	4.43	0.70	1.10	0.18
Superloja	7.19	1.23	1.80	0.31
Convencional	10.25	1.35	3.10	0.77

Uma análise da demanda de veículos de carga para supermercados
 GASPARINI, André; CAMPOS, Vânia; D'AGOSTO, Márcio

Tabela 7 Taxas de Viagens / 1.000 m² de área Construída (somente caminhões)

Tipo de supermercado	Por semana	Desvio padrão	Dia Pico	Desvio padrão
Hipermercado	3.43	0.44	0.79	0.14
Superloja	4.94	1.14	1.31	0.24
Convencional	7.12	1.27	2.06	0.79

Tabela 8 Taxas de Viagens / 1.000 m² de área de Vendas (Todos os Veículos de Carga)

Tipo de supermercado	Por semana	Desvio padrão	Dia Pico	Desvio padrão
Hipermercado	4.76	0.72	1.18	0.16
Superloja	7.38	1.52	1.85	0.35
Convencional	11.41	0.97	3.47	0.86

Tabela 9 Taxas de Viagens / 1.000 m² de área de Vendas (somente caminhões)

Tipo de supermercado	Por semana	Desvio padrão	Dia Pico	Desvio padrão
Hipermercado	3.69	0.41	0.85	0.14
Superloja	5.04	0.88	1.34	0.26
Convencional	7.92	1.07	2.31	0.89

Observa-se nas tabelas 5 a 9 que, para os supermercados classificados como convencionais _ tanto de área construída (AC) quanto da área de vendas (AV), as taxas por 1.000 metros quadrados são maiores quando comparadas às taxas para superlojas ou hipermercados; isto pode ser devido a serem estes empreendimentos de menor porte e não possuírem áreas para grandes estoques. Note -se também que, em todos os resultados, o desvio padrão é baixo o que indica não haver muita variação em relação ao valor resultante e, portanto, considera-se que os valores são significativos e representativos como resultado desta amostra.

Como alguns autores estabelecem taxas de viagens por número de estabelecimentos procurou-se, então estabelecer estas taxas considerando o total de viagens na semana e o total no dia pico. Assim, as tabelas 10 e 11 apresentam o resultado desta análise que também considera o total de veículo de carga e somente caminhões na semana e no dia pico.

Tabela 10 Taxas médias de Viagens de veículos de carga por número de funcionários

Tipo de supermercado	Por semana	Desvio padrão	Dia Pico	Desvio padrão
Hipermercado	0.13	0.01	0.03	0
Superloja	0.13	0.02	0.03	0.01
Convencional	0.16	0,01	0.05	0.01

Tabela 11 Taxas médias de Viagens de caminhões por número de funcionários

Tipo de supermercado	Por semana	Desvio padrão	Dia Pico	Desvio padrão
Hipermercado	0.099	0.009	0.023	0.003
Superloja	0.092	0.013	0.024	0.004
Convencional	0.120	0.031	0.034	0.013

Conforme mencionado anteriormente, as taxas de viagem são bastante úteis porque permitem uma rápida análise da demanda e também a possibilidade de comparação com outros tipos de empreendimentos e regiões.

Porém, quando se deseja relacionar a demanda de viagens com diferentes variáveis faz-se uso do método de regressão, buscando-se obter uma equação que permita definir a demanda em função destas variáveis, chamadas variáveis explicativas. A equação resultante é então considerada um modelo de demanda ajustado aos dados coletados. Assim, na sessão a seguir, apresenta-se uma modelagem da demanda de viagens de veículos de carga a partir dos dados coletados.

MODELAGEM DA DEMANDA

Para se obter a modelagem da demanda de viagens utilizando o método de regressão, foram inicialmente realizadas análises dos índices de correlação linear entre a variável dependente e as demais variáveis explicativas / independentes e, também, entre as variáveis independentes. As variáveis independentes analisadas foram:

- (X₁) área do terreno em metros quadrados
- (X₂) área construída em metros quadrados
- (X₃) área de vendas em metros quadrados
- (X₄) número total de lojas
- (X₅) número total de vagas de estacionamento de veículos de passeio
- (X₆) volume médio de clientes por dia
- (X₇) número de funcionários

Verificou-se na análise de correlação linear que as variáveis que apresentaram melhores correlações com a variável dependente “viagens de veículos de carga” foram: área de vendas, vagas de estacionamento, volume médio de clientes e número de funcionários. Sendo assim, essas variáveis foram utilizadas para modelagem da demanda com o método de regressão linear. Para tanto também foi verificada a correlação entre elas o que resultou na utilização de apenas duas variáveis independentes. Não foi possível a utilização de três ou mais, uma vez que os coeficientes de correlação entre algumas variáveis independentes foram muito alto, não sendo, portanto, indicado a utilização das mesmas numa mesma equação.

Foram realizadas várias análises e entre as equações obtidas, destacam-se aquelas com os melhores coeficientes R², dentro de cada análise efetuada:

- volume de viagens total/semana (T):

Viagens de todos os veículos de carga:

$$Y = 7,347 + 0,000867X_6 + 0,7121X_7 \quad - \quad R^2 \ 0,754 \quad (\text{EQ. 1})$$

Viagens de veículos de carga do tipo caminhão:

$$Y = 3,5861 + 0,000299X_6 + 0,0710X_7 \quad (R^2 = 0,796) \quad (\text{EQ. 2})$$

- volume de viagens considerando somente as do dia de maior pico (P):

Viagens de todos os veículos de carga :

$$Y = 3,514 + 0,00951X_7 + 0,000227X_6 \quad (R^2 = 0,664) \quad (\text{EQ. 3})$$

Viagens de veículos de carga do tipo caminhão:

$$Y = 2,994 + 0,03X_5 + 0,00017X_6 \quad (R^2 = 0,594) \quad (\text{EQ. 4})$$

- volume médio de viagens desconsiderando o dia de maior pico (FP):

Viagens de todos os veículos de carga :

$$Y = 1,083 + 5,77^{(e-5)}X_6 + 0,00118X_7 \quad (R^2 = 0,650) \quad (\text{EQ. 5})$$

Viagens de veículos de carga do tipo caminhão :

$$Y = 0,915 + 0,000251X_3 + 6,54^{(e-5)}X_6 \quad (R^2 = 0,836) \quad (\text{EQ. 6})$$

As equações acima destacadas apresentaram coeficientes estatisticamente significativos (quando da análise dos testes t e valor-p) com níveis de confiança variando entre 95% e 99%. Desta forma, considera-se que as mesmas poderão ser utilizadas para estimar a demanda de veículos de carga para empreendimentos deste tipo.

Observa-se ainda que a variável que aparentemente tem grande influência na estimativa da demanda de veículos de carga para os supermercados, é o volume médio de clientes por dia (X_6), além do número de funcionários (X_7).

CONCLUSÕES

Das análises realizadas de taxas de viagem e modelagem da demanda, resultaram relações que podem subsidiar o estudo da demanda de carga para supermercados e, conseqüentemente, fazer uma previsão do impacto dos veículos de carga na área de influência dos mesmos.

As taxas e modelos apresentadas foram obtidos a partir de uma pesquisa realizada no Rio de Janeiro e trata-se de uma primeira tentativa de modelagem desta demanda. Sendo assim, estes podem ser utilizados em outras localidades com restrições, pois se espera que outras pesquisas venham a ser desenvolvidas em outros locais e que possam vir a validar o resultado encontrado, e este possa, então, ser amplamente utilizado. Trata-se assim, inicialmente, de um instrumento de referência, principalmente para o Rio de Janeiro, e que poderá ser utilizado até que outras pesquisas não tenham sido desenvolvidas.

As taxas de viagens nos dias de pico de: 1,14 (hipermercados), 1,71 (superlojas) e 3,04 (convencionais) podem dar uma idéia da dimensão do volume destes tipos de veículos atraídos diariamente para os empreendimentos e circulando no meio urbano, a partir do projeto de um novo empreendimento.

Comparando-se as taxas encontradas com aquelas apresentadas na tabela 2 verifica-se que os valores encontrados estão abaixo daquele obtido no estudo desenvolvido por Ogden para supermercados, mas se aproximam dos valores obtidos por Christiansen e Tadi & Baldack para outros tipos de empreendimentos. O mesmo se observa em relação às taxas por funcionários/empregados que são inferiores àquelas apresentadas por alguns autores na tabela 3. Isto chama atenção para a necessidade de se desenvolver pesquisa em diferentes áreas para que se possa estabelecer um padrão para cada tipo/característica de regiões.

A importância deste estudo está assim, na possibilidade de se fazer uma estimativa das viagens e que esta possa subsidiar a tomada de decisão sobre a implantação, ou não, de um empreendimento desta natureza ao se considerar o impacto que este acréscimo de viagens pode causar no tráfego urbano.

Cabe ressaltar que os diferentes instrumentos desenvolvidos, por se basearem numa amostra de 21 empreendimentos são bastante significativos, principalmente, se comparado com a amostra mínima proposta pelo ITE. Além disso, como foram utilizadas diferentes variáveis na modelagem, estas possibilitam estimativas diversificadas e tornam os modelos bastante úteis para análise de cenários.

REFERÊNCIAS

- Christiansen, D. L. (1979) Urban transportation Planning for Goods and Services. Relatório Final-Federal Highway Administration, Texas Transportation Institute, Texas A&M University. Austin
- Gasparini, A. (2008). Atratividade do Transporte de Carga para Pólos Geradores de Viagem em Áreas Urbanas. Dissertação de Mestrado. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro
- Hutchinson (1974). B.G. Principles of Urban Transport Systems Planning . Scripta Book Company. USA
- ITE, Institute of Transportation Engineers. (2001) Trip Generation, Sexta Edição. Washington DC, EUA.
- Ogden, K. W. (1992). Urban Goods Movement, a Guide to Policy and Planning. Editora Ashgate, England-UK.
- Papacostas, C. S. (1987).Fundamentals of Transportation Engineering. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey/USA.
- Portugal, L. S. ; Goldner L. G. (2003). Estudo de Pólos Geradores de Tráfego e de seus Impactos nos Sistemas Viários e de Transportes. 2003. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo/SP.

Uma análise da demanda de veículos de carga para supermercados
GASPARINI, André; CAMPOS, Vânia; D'AGOSTO, Márcio

Tadi, R.R. ; Baldack P. (1994) Truck Trip Generation characteristics of Non-residential land uses. ITE Journal, Washington, D.C. v 64n.7

TMIP – Travel Mode Improvement Program (1996). Internetsite: [Http: // www.bts.gov./tmip/about.html](http://www.bts.gov./tmip/about.html)