

MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS ENDOEXÓGENOS PARA PÓLOS GERADORES DE VIAGENS – ESTUDO DE CASO NOS SUPERMERCADOS E HIPERMERCADOS

Leandro Rodrigues e Silva
Paulo Cesar Marques Silva

Universidade de Brasília
Programa de Pós-Graduação em Transportes

RESUMO

Os Pólos Geradores de Viagens – PGVs são empreendimentos que, mediante a oferta de bens ou serviços, causam impactos significativos no sistema viário, na estrutura urbana, no desenvolvimento econômico e na qualidade de vida em sua área de influência. Com o intuito de contribuir para o conhecimento dos aspectos pertinentes à instalação de PGVs, este artigo traz um estudo sobre a geração de viagens destes, analisando o impacto de se considerar variáveis exógenas (externas) ao PGV nos modelos, tornando-os modelos de geração de viagens endoexógenos. A utilização de tais variáveis absorve características próprias dos locais onde o PGV foi instalado, assim como as características da sociedade que ele serve, possibilitando, assim, a aplicação deste em diferentes localidades com menor erro e integração entre estudos de diferentes regiões. Assim, o presente trabalho discorre sobre um estudo de caso em supermercados e hipermercados brasileiros, verificando o bom desempenho deste tipo de modelo.

ABSTRACT

The Trip Generation Centers are enterprises that cause significant impacts in the road system, in the urban structure, in the economic development and in life's quality. In order to understand and contribute to the knowledge of the several aspects of the traffic and transportation system related to these developments, the present article studies the trip generation considering and exploring the influence of exogenous variables in the trip generation models. These variables will incorporate local characteristics of the places where Trip Generation Centers will be built as well as social characteristics, so the model can be used in different situations with minor errors and integration between studies of different regions. Thus, this work discourses about a case study in Brazilian's hypermarkets and supermarkets, verifying the good performance of this type of model.

1. INTRODUÇÃO

Alguns empreendimentos de naturezas diversas, tais como *shopping centers*, supermercados, universidades e hospitais dentre outros, têm o potencial de atrair um grande número de deslocamentos e, conseqüentemente, causar reflexos na circulação de tráfego no entorno, prejudicando a acessibilidade e a fluidez do tráfego de toda região e agravando as condições de segurança de veículos e pedestres (Grando, 1986). Tais empreendimentos são denominados Pólos Geradores de Tráfego – PGTs, porém, tal conceito evoluiu recentemente para Pólos Geradores de Viagens – PGVs, que visa considerar além do tráfego gerado, as viagens pelos diversos modos, que refletem tanto no ambiente de transportes de entorno, quanto na estrutura urbana, no desenvolvimento socioeconômico e na qualidade de vida da população (RedePGV, 2005).

Os impactos causados por estes empreendimentos variam em tipo e intensidade de acordo com as características do próprio empreendimento, de seus usuários e do ambiente em seu entorno. Conhecer as causas destes impactos é essencial para o desenvolvimento de medidas mitigadoras que auxiliem no planejamento urbano e de transportes da região e cidade, por isso é importante o estudo dos PGVs no que se refere à prevenção destes impactos. Neste contexto, o estudo de geração de viagens se mostra como uma etapa fundamental, que subsidia a análise de impactos com base no volume de tráfego gerado pelo PGV alocado na malha viária de entorno.

Tradicionalmente, modelos de geração de viagens consideram as características internas ao

PGV. O objetivo deste trabalho é apresentar uma forma de prever a geração de viagens de PGVs, considerando variáveis internas e externas (endógenas e exógenas) nos modelos desenvolvidos. Tal consideração facilitaria a aplicação de modelos em diferentes localidades, visto que as características urbanas locais, que até aqui se mostram como complicadores para aplicação de modelos desenvolvidos com base em dados de localidades específicas, agora entrariam como variáveis determinantes dos modelos.

No intuito de testar esta hipótese, foi desenvolvido um estudo de caso sobre a geração de viagens em supermercados e hipermercados de 3 cidades brasileiras, garantindo, assim, a variação de características exógenas e seus impactos na geração de viagens.

2. ANÁLISE DE IMPACTOS DE PÓLOS GERADORES DE VIAGENS

Os conceitos de Pólos Geradores de Viagens, denominados pela literatura como Pólos Geradores de Tráfego (PGTs) até recentemente, variam discretamente de acordo com a abordagem do autor ou do órgão responsável pela definição. Em geral, pode-se admitir, a partir de definições encontradas na bibliografia sobre o tema, que PGTs são empreendimentos que, pela sua função, atraem uma quantidade de viagens que impacta negativamente no sistema de transportes local. Daí a necessidade de analisá-los antes a sua implantação. Discussões e estudos mais recentes apontam para a utilização do termo “Pólo Gerador de Viagens” (PGVs), cuja definição é mais ampla para tais empreendimentos, pois seus impactos vão além dos identificados no tráfego urbano.

Grandes e médias cidades adotam medidas legais para o licenciamento de projetos classificados como PGVs. A cidade brasileira pioneira nesta iniciativa foi São Paulo-SP que, por meio da Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo - CET desenvolveu um estudo detalhado destes equipamentos e atribuiu parâmetros para a aprovação e licenciamento dos mesmos junto ao órgão competente. Segundo o Manual de Pólos Geradores de Viagens (CET, 2000), a análise de impacto de um PGV tem por objetivos:

- Garantir a melhor inserção possível do empreendimento proposto na malha viária;
- Diminuir a perturbação do tráfego de passagem em virtude do empreendimento;
- Viabilizar a absorção, pela edificação, de toda a demanda por estacionamento gerada pelo empreendimento;
- Assegurar que as operações de carga e descarga ocorram nas áreas internas da edificação;
- Reservar espaços seguros para circulação e travessia de pedestres;
- Assegurar a existência e vagas de estacionamento específicas para pessoas com deficiência e motocicletas.

A fim de auxiliar os órgãos competentes, foram desenvolvidas metodologias para a análise de impactos e tratamento dos PGVs. Dentre elas, destaca-se a metodologia global de análise de impactos de PGVs proposta por Portugal e Goldner (2003), com base em estudos detalhados em variados tipos de PGVs e considerando características e impactos de diferentes formas.

Em linhas gerais, as metodologias de análise de impactos de PGVs consideram a metodologia clássica de modelagem de tráfego (Bruton, 1975), dividida nas etapas de: geração, distribuição, escolha modal e alocação de viagens. A etapa de geração de viagens embasa todo o estudo e interfere diretamente nos resultados finais e na interpretação de medidas a serem tomadas.

3. CONSIDERAÇÕES NOS ESTUDOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS DE PGVS

Uma das etapas mais importantes nos estudos a cerca dos PGVs é a previsão da demanda pois, além de servir como instrumento para a análise da viabilidade de implantação do PGV, possibilita o dimensionamento de suas instalações e definem as necessidades de espaço viário e de serviços de transportes (Portugal e Goldner, 2003).

Segundo Ary (2002), há vários fatores que influem na geração de viagens, sendo estes relativos às características do próprio empreendimento, como também da região onde ele é implantado, tais como: porte e atratividade do empreendimento; tipologia das lojas instaladas; localização; condições de acessibilidade; características sócio-econômicas da região; uso do solo no entorno; existência de empreendimentos concorrentes.

Os estudos realizados no Brasil, abordando, na sua grande maioria, os *shopping centers*, relacionam o número de viagens geradas pelos PGVs com características construtivas do empreendimento ou variáveis específicas quanto à organização das atividades no PGV, como é o caso da abordagem de Cavalcante *et al.* (2003).

Segundo a Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas – SP (Emdec, 2004), o número de viagens geradas por um PGV está associado a três elementos:

- O porte do empreendimento – Parte-se do princípio que quanto maior a área construída maior o espaço para a circulação e, conseqüentemente, maior a geração de viagens;
- Uso do empreendimento – A atratividade do PGV varia com o tipo de uso;
- Localização do empreendimento – PGVs localizados em regiões mais densas e com a presença de corredores de transportes tendem a atrair mais viagens.

A quantificação das viagens pode ser determinada por meio de modelos e taxas de geração de viagens, que são desenvolvidas relacionando as variáveis explicativas com o número de viagens geradas por meio de técnicas de regressão.

Segundo Portugal e Goldner (2003), as taxas de geração de viagens podem ser calculadas por meio de levantamentos em empreendimentos semelhantes ao que se deseja estudar, desde que estes sejam similares, também, em relação às características da região instalada e ao tempo de projeto. Pode-se também utilizar as taxas presentes nas bibliografias disponíveis, tais como o *Trip Generation* (ITE, 1987 *apud* Portugal e Goldner, 2003) e o TRB (1978 *apud* Portugal e Goldner, 2003).

A grande maioria dos modelos e taxas de geração de viagens utiliza, como variáveis explicativas, parâmetros endógenos (internos) ao PGV ou referentes às suas atividades. Porém, nenhum autor descarta que a quantidade de viagens geradas por um PGV está diretamente ligada também aos fatores externos ou pertencentes às características da região e da população em seu entorno. A não utilização de tais fatores nos modelos faz com que estes sejam aplicáveis apenas em situações semelhantes às quais foram desenvolvidos. Tal fato reforça a justificativa do presente trabalho, no intuito de se incorporarem variáveis exógenas ao PGV nos modelos de geração de viagens.

Em vista da grande quantidade de estudos da comunidade científica acerca dos *shoppings centers*, optou-se por desenvolver este trabalho nos supermercados e hipermercados brasileiros que se caracterizam como potenciais PGVs, como é comentado na seção a seguir.

4. OS SUPERMERCADOS E HIPERMERCADOS COMO PGVS

Segundo Portugal e Goldner (2003), existe uma grande carência de estudos que abordam especificamente supermercados ou hipermercados como Pólos Geradores de Viagens, encontrando apenas quatro referências nacionais exclusivas sobre o assunto e levantamentos feitos por órgãos públicos como a CET (1983) e ITE (1997) os quais abordam o referido dentre os demais PGVs estudados.

Silva *et al.* (1995) apresentaram uma proposta para a determinação do número de vagas para estacionamento em supermercados em função do nível de serviço desejável. O estudo propõe, além de taxas de geração de viagens para usuários do supermercado e para os veículos de carga e descarga, o uso de uma metodologia que resulta em gráficos, servindo como um parâmetro flexível para a estimativa do número necessário de vagas de estacionamento.

Outro estudo, tendo os supermercados como alvo, foi o de Goldner e Silva (1996), em Santa Catarina – SC, com uma amostra de 13 supermercados, dos quais dois foram contemplados com levantamentos *in loco*. O estudo levantou, por meio de questionários enviados às administrações dos supermercados, vários parâmetros pertinentes à análise de PGVs, tais como: (a) Número de pessoas por automóvel – média de 2,31 pessoas por automóvel; (b) Distância entre o principal competidor – média de 1,35 km; (c) Número de empregados por área de vendas – média de 5,29 empregados por 100 m² de área de vendas; (d) Número de vagas de estacionamento – média de 151 vagas por supermercado (variando de 44 a 612 vagas) – índices médios de 8 vagas por 100 m² de área de vendas e 5,37 vagas por 100 m² de área construída; (e) Escolha modal – 55,63% das viagens por automóvel; 16,72% das viagens por ônibus, 24,37% das viagens a pé e 3,28% das viagens por outros meios de transporte; (f) Renda média do consumidor – média de 7,5 salários mínimos; (g) Dia de maior movimento – das 13 amostras, 8 têm o sábado como dia de maior movimento e 5, a sexta-feira; (h) Hora de maior movimento – na sexta-feira entre 16:00 e 20:00h e no sábado entre 10:00 e 12:00h; (i) Horário de funcionamento – nos dias de semana com abertura média às 8:30h e fechamento em média às 20:00h e nos sábados às 8:30 e às 19:30h, respectivamente; (j) Tempo de permanência na vaga de estacionamento – média de 45 minutos (dado fornecido pela gerência dos supermercados).

Segundo os dados obtidos, foi possível desenvolver o modelo de geração de viagens em função da área construída e da área de vendas do empreendimento.

De forma similar ao estudo realizado por Goldner e Silva (1996), foi desenvolvido outro por Barbosa e Gonçalves (2000) via dados de 10 supermercados, dos quais três são hipermercados presentes na cidade de Belo Horizonte – MG. Os modelos desenvolvidos utilizam a área de vendas como variável dependente e a presença de lojas anexas ao estabelecimento como uma variável *dummy* positiva.

Como pôde ser observado nas taxas e modelos de previsão de demanda desenvolvidos para este tipo específico de PGV, são consideradas apenas características internas e construtivas dos supermercados, traduzidas nos modelos por meio de variáveis endógenas. Devido às grandes variações da estrutura urbana nas cidades, costumes regionais e distribuição da população na área de influência, a aplicação dos modelos se torna restrita quando em locais muito diferentes dos que deram origem aos estudos. A inclusão de variáveis exógenas nos modelos, tornando-os modelos endoexógenos, pode aumentar a chance de aplicabilidade destes e a possibilidade de se interagir as taxas e modelos de geração de viagens

desenvolvidos em diferentes regiões. Para verificar a hipótese, foi desenvolvida uma pesquisa nos supermercados e hipermercados de três cidades brasileiras, apresentada nos capítulos a seguir.

5. ESTUDO DE CASO NOS SUPERMERCADOS E HIPERMERCADOS

O estudo de caso desenvolvido constitui-se de uma pesquisa de campo em supermercados das cidades de Goiânia-GO, Anápolis-GO e Taguatinga-DF, e a posterior análise dos dados e desenvolvimento dos modelos.

5.1. Pesquisa para coleta de informações acerca dos supermercados como PGVs

Além das informações efetivamente utilizadas no desenvolvimento dos modelos, procurou-se, na pesquisa *in loco*, coletar informações úteis para estudo deste tipo de empreendimento como PGV e de sua área de influência. Assim sendo, a pesquisa ocorreu em quatro frentes:

- Aplicação de questionários aos clientes dos supermercados;
- Coleta de informações gerais sobre os supermercados por meio de suas gerências.
- Coleta de informações acerca de sua região de entorno;
- Contagem volumétrica do tráfego entrante ao estabelecimento no dia-pico da semana, para os casos estudados que não apresentavam controle automático ou manual dos veículos entrantes.

Devido a algumas restrições encontradas ou consideradas para determinação da amostra, chegou-se a um total de sete supermercados, sendo três na cidade de Goiânia-GO, dois em Anápolis-GO e dois em Taguatinga-DF. Os fatos que mais interferiram contra a obtenção de uma amostra maior foram o tempo de pesquisa de campo e a falta de cooperação de algumas gerências. Compreendendo o receio dos estabelecimentos comerciais que, ainda assim, colaboraram com a pesquisa, os nomes reais dos supermercados serão omitidos neste trabalho e chamados apenas de S1 a S7, quando necessário mencioná-los.

Na literatura nacional relacionada aos estudos de PGVs, não existem recomendações quanto à amostra mínima para obtenção de taxas e modelos de geração de viagens. O *ITE* (2001) recomenda de 3 a 5 estabelecimentos pesquisados para a obtenção de uma taxa média de viagens local, considerando a dificuldade da pesquisa. Sabe-se que uma amostra de tal tamanho é estatisticamente insuficiente para o desenvolvimento de um modelo de previsão, porém a amostra é útil para estudar a interferência das variáveis independentes na geração de viagens, mesmo que o valor de tal interferência não seja estimado com precisão.

5.1.1. Aplicação dos questionários aos clientes

Os questionários foram desenvolvidos visando a obtenção de informações a respeito da viagem do entrevistado ao supermercado e seus locais de origem e destino após a saída do estabelecimento.

Com o intuito de conseguir o maior número possível de questionários respondidos e de reduzir o tempo e gastos com a pesquisa, os questionários foram aplicados no dia-pico da semana para cada estabelecimento estudado, que também foram os dias escolhidos para a contagem volumétrica do tráfego entrante. Os dias-pico foram identificados pelas próprias gerências dos supermercados por meio do controle do número de clientes nos caixas. Houve, então, dias-pico diferentes para os supermercados estudados, tendo quatro estabelecimentos o sábado como dia-pico, dois, a quinta-feira e um, a terça-feira. Tal fato ocorre em virtude das promoções de dias específicos da semana em determinadas seções dos supermercados.

A amostra final de clientes entrevistados para cada supermercado foi considerada muito representativa, alcançando uma média de 13% da clientela do dia-pico, considerado adequado para a obtenção de boas conclusões acerca das viagens e do perfil dos clientes para cada supermercado. A maioria das informações adquiridas por meio dos questionários aplicados foi utilizada para a delimitação da área de influência e para o desenvolvimento de uma metodologia para tal (Silva, 2006).

5.1.2. Coleta das informações gerais sobre os supermercados

Dentre as informações observadas nos supermercados ou levantadas com suas respectivas gerências estão: nome do supermercado; horário de funcionamento; dia-pico da semana, número de clientes no dia-pico; número de itens ofertados; número de seções do supermercado; se o empreendimento faz parte de uma rede de supermercados; se possui lojas anexas; se possui posto de gasolina; se possui restaurantes; se possui caixas de bancos; área de vendas; área total construída; número de vagas de estacionamento; número de acessos de veículos; número de acessos de pedestres e número de vagas para carga e descarga.

A maior parte destas informações foi utilizada no estudo da geração de viagens e foi considerada como variáveis explicativas endógenas nos modelos desenvolvidos.

5.1.3. Coleta de informações sobre a região de entorno dos supermercados

O conhecimento da real área de influência dos supermercados e suas características foi fator crucial para o desenvolvimento deste trabalho. Por isso, procurou-se priorizar a exatidão e padronização dos dados a serem analisados na amostra. Com este intuito, aliado à praticidade, optou-se por utilizar a base de dados do Censo Demográfico brasileiro do ano de 2000, que constitui um padronizado banco de dados divididos em setores censitários acerca da população residente na totalidade do território brasileiro (IBGE, 2003). A utilização dos dados do IBGE reduz o tempo e custo financeiro de pesquisas mais avançadas e ainda possibilita que pesquisadores de diferentes localidades possam vir a utilizar a proposta do trabalho, mantendo o mesmo padrão de informações com um acesso fácil e ágil.

A proposta de utilização dos setores censitários baseia-se, também, na forma padronizada de divisão desta unidade territorial, respeitando os limites físicos identificáveis em campo, os limites de divisão político-administrativa e limites do quadro urbano e rural, dentre outras estruturas territoriais (IBGE, 2003). A área resultante desta subdivisão, geralmente bem inferior a um bairro, mostra-se em regiões de tamanho adequado para se inferir sobre a similaridade da população contida em um setor censitário, seja em relação à renda, acessibilidade em relação a outras regiões da cidade e até costumes regionais, fatores estes que podem refletir nos padrões de viagens da população. Pôde-se, então, considerar para o estudo que os setores censitários abrigam uma população com características homogêneas em relação às suas viagens.

Além das informações sobre a população residente na área de entorno dos supermercados, foram necessárias, também, algumas informações sobre características físicas das regiões estudadas, tais como: localização dos concorrentes; sistema viário completo enfatizando os principais corredores de transporte e vias de acesso ao PGV estudado; zonas de uso do solo; localização de parques, rios e outras barreiras físicas que possam interferir na acessibilidade da região estudada; delimitação dos bairros e quadras.

Para todas as cidades pesquisadas, adquiriu-se, então, um mapa digital contendo o sistema

viário, as zonas de uso do solo, a localização dos parques, rios e barreiras físicas e a delimitação dos bairros e quadras, necessário para se georreferenciar, em um ambiente SIG, os dados de viagens obtidos por meio do questionário aplicado aos clientes dos supermercados.

O trabalho *in loco*, então, limitou-se à localização dos concorrentes e identificação dos principais corredores de transporte e acessos aos PGVs estudados. Os dados foram posteriormente incluídos na base digital dos municípios. O conhecimento pessoal das cidades estudadas agilizou bastante o processo. Sugere-se, então, que tal tarefa seja aplicada em outras circunstâncias por pessoas com conhecimento sobre a região ou acompanhamento destas.

Para se obter efetivamente os dados das variáveis exógenas para o estudo da geração de viagens, foi necessária a delimitação das áreas de influência dos empreendimentos e, assim, levantar os dados de forma precisa até os limites definidos.

Para a delimitação da área de influência, foi utilizada a metodologia desenvolvida por Silva (2006), que considera vários fatores da estrutura urbana e do empreendimento, refletindo em uma área de influência que acompanha as alterações próprias do estabelecimento e do ambiente de entorno.

5.1.4. Contagem volumétrica do tráfego

Com exceção de um, os supermercados pesquisados não possuíam o controle do número de veículos que adentravam os estacionamentos. Além disso, alguns dos estacionamentos ofertavam um número de vagas menor que a demanda, o que ocasionava grande número de estacionamentos irregulares nas vias próximas aos supermercados. Procedeu-se, então, à contagem volumétrica de veículos entrantes para todas as viagens ocorridas no dia-pico.

A contagem foi feita durante todo o período de funcionamento dos estabelecimentos, posicionando um pesquisador em cada área de acesso aos estacionamentos e, quando necessário, foram dispostos pesquisadores para registrar o número de veículos em estacionamentos irregulares ao longo das vias de acesso.

Para cada ponto de coleta, os números de automóveis, motos e caminhões foram registrados em intervalos de 15 minutos. Os totais de veículos no dia-pico da semana, por supermercado, podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1: Totais de veículos no dia-pico da semana

Supermercado	Veículos entrantes		
	Automóveis	Motos	Automóveis e motos
S1	1116	160	1276
S2	1212	413	1625
S3	4767	814	5581
S4	504	15	519
S5	449	16	465
S6	1191	114	1305
S7	2856	198	3054

5.2. Estudo da geração de viagens por modelos endoexógenos

Esta seção discorre sobre as características da população, contida na área de influência dos

supermercados, estudadas na geração de viagens. Utilizou-se ferramentas de estatística para verificar e quantificar essa relação, por meio do desenvolvimento de modelos de geração de viagens por automóvel e de modelos para o número de clientes neste tipo de empreendimento.

5.2.1. Levantamento das variáveis para o estudo

Por meio da pesquisa de campo desenvolvida e dos dados sobre a região onde os PGVs exercem sua atração, ou seja, a sua área de influência, foi possível compor o banco de dados que subsidiou o desenvolvimento dos modelos endoexógenos de geração de viagens por automóvel e número de clientes para supermercados. O banco de dados foi constituído por diferentes tipos de variáveis, divididas em grupos conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Variáveis levantadas para o estudo da geração de viagens e da geração de clientes

Grupos de variáveis		Variável		Unidade	
Variáveis dependentes	Variáveis quantitativas	Y1	Viagens por automóvel no dia pico	Automóveis	
		Y2	Clientes no dia pico	Clientes	
Variáveis endógenas	Variáveis <i>Dummy</i>	D1	Faz parte de uma rede de supermercados?	Sim = 1, não = 0	
		D2	Possui posto de gasolina?	Sim = 1, não = 0	
		D3	Possui caixas de bancos?	Sim = 1, não = 0	
		D4	Possui restaurantes?	Sim = 1, não = 0	
		D5	Possui lojas anexas?	Sim = 1, não = 0	
	Variáveis quantitativas	X1	Área total construída	m ²	
		X2	Área de vendas	m ²	
		X3	Número de Itens ofertados	Nº. de itens	
		X4	Número de seções	Nº. de seções	
		X5, X14, X23	População total	habitantes	
Variáveis independentes	Variáveis referentes à área de influência primária, secundária e primária e secundária juntas, respectivamente	X6, X15, X24	Número de habitantes do sexo masculino	habitantes	
		X7, X16, X25	Número de habitantes do sexo feminino	habitantes	
		X8, X17, X26	Área de Influência primária	m ²	
		X9, X18, X27	Densidade populacional	hab/m ²	
		X10, X19, X28	Domicílios particulares permanentes	domicílios	
		X11, X20, X29	Domicílios totais	domicílios	
		X12, X21, X30	Renda nominal total na área	R\$	
		X13, X22, X31	Rendimento nominal médio por pessoa	R\$/hab	
	Variáveis referentes às isócotas	X35	Isógota limite primária	km	
		X36	Isógota limite secundária	km	
		X37	Isógota limite terciária	km	
		X38	Número de concorrentes dentro da isógota de 1 km		Nº. de concorrentes

Com o objetivo de reduzir o número de combinações possíveis entre as variáveis no desenvolvimento das equações de regressão e otimizar o tempo despendido para esta tarefa, as variáveis passaram por uma análise detalhada, resultando no descarte ou preferência de escolha de algumas delas.

Primeiramente, precisava-se decidir se as variáveis exógenas que seriam consideradas de maior representatividade na geração de viagens diziam respeito à área de influência primária,

secundária ou à união das duas. Partiu-se do princípio de que as áreas de influência variam de tamanho e forma em relação aos fatores como: distância da viagem, localização de concorrentes, porte do empreendimento e tipo do uso do solo da região, dentre outras (Silva, 2006). Tais características podem traduzir a atratividade do PGV em pequenas unidades territoriais que concentram populações com semelhantes características (setores censitários, como sugeridos neste trabalho). Contudo, verifica-se que a intensidade da atração é maior na área de influência primária, decrescendo nas demais subdivisões até se esvaír fora da área de influência. Tal comportamento é inversamente proporcional ao número de habitantes e às áreas totais das respectivas subdivisões, tal como mostra o esquema na Figura 1.

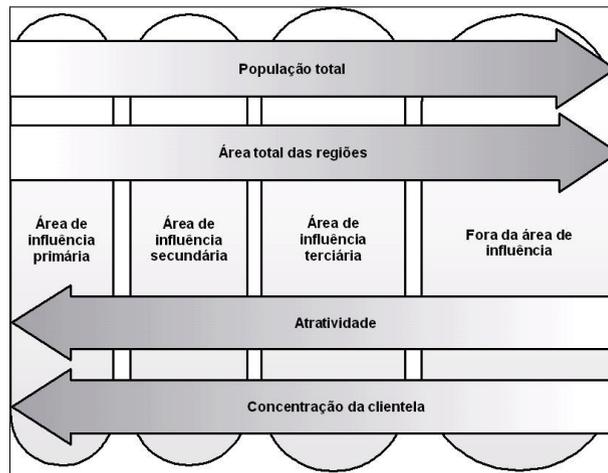


Figura 1: Relações entre as subdivisões da área de influência

Logo, as informações referentes à área de influência a serem estudadas na geração de viagens deveriam ser da região que sofre um impacto atrativo mais direto dos PGVs, concentrando a maior parte da população que pode ser atraída ao empreendimento. Uma matriz de correlação dos dados das variáveis exógenas com as variáveis dependentes do modelo foi decisiva para se optar pelos dados da área de influência primária no estudo, visto que estes apresentaram correlação superior, se comparada com a secundária ou com a união das duas.

Os valores de X35, X36 e X37 são referentes às isócotas limites das subdivisões da área de influência. Tais valores são determinados segundo modelos pertencentes à metodologia utilizada para delimitação da área de influência.

Algumas das variáveis levantadas inicialmente para o estudo foram descartadas pela baixa precisão dos dados adquiridos para amostra ou pela baixa variação de valores na amostra, principalmente, para as variáveis *dummy*.

5.2.2. Desenvolvimento dos modelos de geração de viagens por automóvel no dia-pico da semana

Após uma análise das correlações entre as variáveis, foi possível desenvolver 92 (noventa e duas) equações de regressão linear para o número de viagens por automóvel no dia-pico da semana (Y1). Embora a maioria das equações tenha apresentado valores satisfatórios de R^2 e

R^2 ajustado, elas foram quase todas rejeitadas nos testes de significância ou na lógica dos coeficientes (apresenta valor negativo ou positivo de acordo com a variável).

Apenas uma equação apresentou desempenho satisfatório em todos os testes estatísticos. Os coeficientes deste modelo e os parâmetros dos testes podem ser observados na Tabela 3.

Foi procedida, também, uma análise de resíduos, verificando favoravelmente a homocedasticidade no ajuste do modelo.

Tabela 3: Modelo de geração de viagens por automóvel no dia-pico da semana

β_1	B_n			R	R^2	R^2	$AJUST$	p^*	F	F	T	$CRÍT.$	T^*
	(+)	(+)	(+)										
	X_2	X_9	X_{35}										
								0,0051					-7,4276
Y1	-1915	0,624	68627	655,3	0,998	0,997	0,994	0,0002	9,2766	366,29	4,1765		20,9966
								0,0179					4,7290
								0,0157					4,9652

* Valores para cada coeficiente da equação

Nota-se então que, além da área de vendas do supermercado (X_2), pode-se considerar a densidade populacional da área de influência primária (X_9) e o tamanho da isóclota limite desta (X_{35}), como fatores que se relacionam linearmente com o número de viagens por automóvel geradas pelos supermercados.

5.2.3. Desenvolvimento dos modelos para o número de clientes no dia-pico da semana

Da mesma forma que os modelos desenvolvidos para o número de viagens por automóvel, coincidindo, também, no número de combinações possíveis entre as variáveis (92), foram desenvolvidos os modelos para o número de clientes (Y_2).

Novamente, apenas uma equação obteve um desempenho estatístico adequado nos testes de significância. Seus coeficientes e os parâmetros dos testes podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4: Modelo para o número de clientes no dia-pico da semana

β_1	β_n			R	R^2	R^2	$AJUST$	p^*	F	F	T	$CRÍT.$	T
	(+)	(+)	(+)										
	X_1	X_9	X_{35}										
								0,0074					-6,4971
Y2	-1536	0,372	55533	765,8	0,999	0,998	0,997	0,0001	9,2766	769,639	4,1765		32,0941
								0,0245					4,2066
								0,0070					6,6300

Os testes de plotagem dos resíduos para este modelo também apontaram a homocedasticidade do ajuste.

Diferenciando do modelo de geração de viagens por automóvel, a variável X_1 (área total construída) substituiu a X_2 (Área de vendas) no modelo; as demais variáveis independentes permaneceram coincidentes.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir, a partir dos resultados obtidos, que a hipótese considerada foi confirmada, pois se verificou no estudo de caso uma relação estatística entre algumas variáveis exógenas com o número de viagens geradas pelo tipo de PGV estudado.

Além das variáveis exógenas X9 e X35 (densidade populacional da área de influência primária e isócota limite da mesma), outras também mostraram forte correlação com o número de viagens por automóvel e o número de clientes (Y1 e Y2, respectivamente). Porém, supõe-se que o tamanho limitado da amostra tenha interferido nos testes de significância e na comparação entre as médias da amostra e de uma população com distribuição normal, pois alguns modelos apresentaram valores muito próximos da zona crítica no teste T, denotando que qualquer variação mínima dos coeficientes poderia alterar este resultado para o favorável.

As evidências as quais chegou esta pesquisa sugerem que a utilização das variáveis exógenas no modelo de geração de viagens e de clientes aumenta a aplicabilidade destes em localidades diferentes, diferenciando este modelo dos padrões encontrados no estado da prática, que se limita às taxas ou modelos locais. Porém, a generalização para qualquer caso está muito longe de ser alcançada, ou sequer se sabe a possibilidade de desenvolver um parâmetro cuja base sirva para qualquer estudo similar. Recomenda-se, então, a utilização deste modelo em casos similares de supermercados com área total construída entre 2.400 m² e 15.173 m², limitando-se ao intervalo da amostra considerada.

Estatisticamente, observou-se que existe uma relação linear significativa entre as variáveis dos modelos das Tabelas 3 e 4. Acredita-se, ainda assim, que a observação deste comportamento em apenas 7 estabelecimentos não é significativa para se fixar os coeficientes das equações. Contudo, o uso das variáveis externas pode garantir uma integração entre taxas locais isoladas, permitindo que se componha um banco de dados de onde se possam extrair resultados mais consistentes a nível regional ou até nacional, dependendo da situação.

Para os dois modelos desenvolvidos, o coeficiente de intercepto (β_1) apresentou valor negativo (-1915 e -1536 para a geração de viagens por automóvel e para o número de clientes, respectivamente). Isto significa que, se os valores das variáveis independentes forem mínimos ou nulos, os resultados das viagens seriam negativos. Tal fato não invalida o modelo, pois não é cogitado, dentro dos limites da amostra ou em um cenário real, um caso onde as variáveis referentes à área (X1 e X2) sejam nulos ou mínimos. Além disso, o modelo diz respeito aos supermercados ou hipermercados, que, segundo a ABRAS (2004), necessitam ter uma área de vendas superior a 700 m² para serem considerados como tal, implicando em ter ainda uma área total construída maior que este valor. Existe também o fato da viabilidade econômica da instalação de um empreendimento deste porte em locais onde a densidade populacional (X9) seja mínima. Acredita-se que o resultado gerado pelo modelo seja próximo a realidade, ou seja, um baixo valor do número de viagens ou clientes. Porém, não se pode desconsiderar que a densidade populacional é um fator variável em relação ao tempo, principalmente em regiões em desenvolvimento, e esta variação pode ser impulsionada pela própria instalação do PGV (Kneib, 2004), viabilizando o empreendimento a médio ou longo prazo.

Foi possível concluir, também, que o estudo de variáveis exógenas aos PGVs na geração de viagens não deve ser limitado pela dificuldade de coleta de informações, pois se pode encontrar meios eficientes e ágeis para tal, como o método sugerido e utilizado no presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAS (1993). *ABRAS: 40 Anos de supermercado*. Associação Brasileira de Supermercados.
ABRAS (2004). *Associação Brasileira de Supermercados*. Disponível na internet em: www.abrasnet.com.br
Acesso em: 03 de julho de 2004.
Ary, M. B. (2002). *Análise da demanda de viagens atraídas por shopping centers em Fortaleza*. Dissertação de

- Mestrado, Programa de mestrado em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza – CE.
- Barbosa, H. M.; Gonçalves R.C. (2000). *Pólo Gerador de Tráfego – Um estudo em Supermercados*. ANPET – Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 14. 2000, Gramado, v. 1.
- Bruton M. J. (1975). *Introduction to Transportation Planing*. 3ª ed. London, University College London, England.
- Calvacante, A. P. de H.; ArrudaA, J. B. F.; Rattton Neto, H. X. (2003). *Metodologia de previsão de viagens para edifícios de uso misto: Aplicação ao caso da cidade de Fortaleza – Núcleo de Pesquisa em Logística, Transportes e Desenvolvimento – UFC – Fortaleza – CE e Programa de Engenharia de Transportes COPEE - Universidade Federal do Rio de Janeiro – RJ*.
- CET (1983). Boletim Técnico nº 32 – *Pólos Geradores de Viagens*. – Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo. Prefeitura de São Paulo, São Paulo – SP.
- CET (2000). Boletim Técnico nº 36 – *Pólos Geradores de Viagens II*. Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo. Prefeitura de São Paulo, São Paulo – SP.
- EMDEC (2004). *Manual de Pólos Geradores de Viagens*. Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas. Campinas – SP.
- Goldner, L.G.; Silva, R. H. (1996). *Uma análise dos supermercados como Pólos Geradores de Viagens*. X ANPET – CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES. 1996, Brasília, v. 1.
- Grando, L. (1986). *A interferência dos Pólos Geradores de Viagens no sistema viário: análise e contribuição metodológica para shopping centers*. Tese (Mestrado) – Programa de Engenharia de Transportes, COPEE/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ.
- IBGE (2003). *Agregado por Setores Censitários dos Resultados do Universo – Documentação do arquivo*. 2ª edição. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro – RJ.
- ITE (1997). *Trip Generation*. 6ª Ed. Institute of Transportation Engineers – ITE, Washington, DC.
- ITE (2001). *Trip Generation Hanbook*. Institute of Transportation Engineers – ITE, Washington, DC.
- Kneib, E. C. (2004). *Caracterização de Empreendimentos Geradores de Viagens: Contribuição Conceitual à Análise de seus Impactos no Uso, Ocupação e Valorização do Solo Urbano*. Universidade de Brasília – UnB. Brasília – DF.
- Portugal, L. S.; Goldner, L. G. (2003). *Estudo de Pólos Geradores de Viagens e de seus impactos nos sistemas viários e de transportes*. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo – SP
- REDE IBERO-AMERICANA DE ESTUDO EM PÓLOS GERADORES DE TRÁFEGO (2005). Disponível na internet em: <http://redpgv.coppe.ufjf.br> , Acesso em: dezembro de 2005.
- Silva, A. N. R.; Rodrigues, M. O.; Pampolha, V. M. P (1995). *Uma proposta para determinação do número de vagas para estacionamento em supermercados em função do nível de serviço desejável*. IX ANPET – Congresso de Pesquisa e Ensino em transportes. São Carlos – SP.
- Silva, L.R. (2006). *Metodologia de delimitação da Área de Influência dos Pólos Geradores de Viagens para estudos de Geração de Viagens – Um estudo de caso nos supermercados e hipermercados*. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília. Brasília – DF.

Leandro Rodrigues e Silva (mscleandro@gmail.com)

Paulo Cesar Marques Silva (pcmsilva@unb.br)

Programa de Pós-Graduação em Transportes – Universidade de Brasília - UnB