

COMPARAÇÃO DE MODELO BRASILEIROS DE PREVISÃO DE GERAÇÃO DE VIAGENS POR POLOS GERADORES: UM ESTUDO DE CASO PARA SHOPPING CENTERS

Cristiano Carneiro Resende

Frederico Rodrigues

ImTraff Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda.- Brasil

RESUMO

A estimativa de geração de tráfego para Polos Geradores de Viagens (PGVs) é objeto de diversos estudos que buscam aperfeiçoar-se na previsão da geração. Caso especial são os empreendimentos comerciais tipo *shopping center*, os quais são alvo de maior interesse por parte dos autores acadêmicos. Neste estudo faz-se uma comparação entre diferentes modelos de geração de tráfego para *shopping centers* e empreendimentos reais com dados de monitoramento. Pela maior disponibilidade foram apenas estudados os modelos cuja variável independente fosse a Área Bruta Locável (ABL). Os resultados mostram, de forma geral, uma estimativa superior aos dados reais de tráfego dos shopping analisados.

1 INTRODUÇÃO

Polos Geradores de Viagens (PGVs) são empreendimentos com significativa potencialidade de causar impactos em diversas áreas e, especificamente, no tráfego de veículos, quando não inseridos nos centros urbanos com o devido planejamento.

A forma mais tradicional e legalmente exigida de se avaliar os impactos desses empreendimentos, no caso do Brasil, é através dos licenciamentos ambientais. De acordo com a Lei 10.257 (Brasil, 2001), todo empreendimento de impacto deve ser alvo de uma análise com escopo mínimo conforme aquele preconizado pelo Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV), a saber:

1. Análise do cenário atual; sem a operação do empreendimento de impacto ora em análise.
2. Análise do cenário futuro; na época de implantação do empreendimento, mas ainda sem a sua operação.
3. Análise do cenário futuro; com a operação do empreendimento.

Entre os cenários 2 e 3 deve ser feita a estimativa de tráfego adicional gerado pelo empreendimento em questão. Somente com essa estimativa é possível simular como será a operação, no caso do tráfego do entorno, após a abertura do empreendimento. Isto é, o cenário 3 trata-se do cenário 2 mais o fluxo adicional gerado pelo empreendimento. Após essa análise, é possível identificar previamente quais seriam os impactos gerados e, assim,

propor as devidas medidas mitigadoras capazes de reduzir ou eliminar esses impactos negativos.

Portanto, a etapa de estimativa da geração de viagens por empreendimentos de impacto torna-se de grande relevância no processo de análise dos licenciamentos ambientais. No Brasil, diversos estudos têm sido realizados há bastante tempo, com objetivo de fornecer elementos cada vez mais precisos para a realização dessas estimativas como, por exemplo, aqueles realizados por Goldner (1994), Espejo (2001), Cárdenas (2003) e Andrade (2005) para *shopping centers*.

Cada uma dessas pesquisas foram realizadas com peculiaridades para as quais foram calibradas, o que pode tornar as estimativas mais ou menos precisas para cada caso a ser utilizado. Além disso, diversos modelos foram calibrados há algum tempo. Isso pode fazer com que, para alguns modelos, haja alguma perda de precisão para estimativas atuais, uma vez que diversos parâmetros que podem influenciar no padrão de viagens geradas por *shopping* sofreram mudanças com o passar do tempo. Isto é, as características do tráfego, da divisão modal, o poder econômico, o número de shoppings por cidade, as atuais compras pela internet, entre outros mudaram muito no Brasil nos últimos 20 anos.

Além disso, os diversos modelos disponíveis na bibliografia podem, em função do processo de calibração com que foram obtidos, ser indicados de forma mais precisa para situações distintas, sem contudo bem representarem os cenários gerais encontrados no Brasil.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é fazer uma revisão bibliográfica dos diversos modelos de previsão de viagens por PGVs do tipo *shopping center*, comparando-os entre si, avaliando para cada caso qual é o mais indicado em termos de precisão e, por último, compará-los com dados reais obtidos de alguns *shopping centers* em diferentes cidades brasileiras.

Os modelos selecionados para compor o presente trabalho, bem como as informações mais relevantes de cada um, são apresentados na Tabela a seguir:

Autor	Variável Dependente	Variável Independente	Aplicação	Equação
Goldner (1994)	Veículos/ sexta-feira	ABL	<i>Shopping</i> sem supermercado	$0,2597*ABL+433,1448$
	Veículos/ sábado	ABL	<i>Shopping</i> sem supermercado	$0,308*ABL+2057,3977$
	Veículos/ sexta-feira	ABL	<i>Shopping</i> com supermercado	$0,74*(0,3054*ABL +1732,7276)$
	Veículos/ sábado	ABL	<i>Shopping</i> com supermercado	$0,3054*ABL+1732,7276$
Espejo (2001)	Veículos/ sexta-feira	ABL	<i>Shopping</i> sem supermercado	$0,19324*ABL$
	Veículos/ sábado	ABL	<i>Shopping</i> sem supermercado	$0,23884*ABL$
	Veículos/ sexta-feira	ABL	<i>Shopping</i> com supermercado	$0,23458*ABL$
	Veículos/ Sábado	ABL	<i>Shopping</i> com supermercado	$0,316*ABL$
Cárdenas (2003)	Veículos/ sexta-feira	ABL	<i>Shopping</i> em geral	$0,2147*ABL$
	Veículos/ Sábado	ABL	<i>Shopping</i> em geral	$0,273*ABL+1190,423$
Andrade (2005)	Veículos/ sexta-feira	ABL	<i>Shopping</i> em geral	$ABL < 68436$ $1091 * e^{0,4063*ABL \div 10000}$ $ABL > 68436$ $19,148 * ABL^{0,643} - 7020$
	Veículos/ sábado	ABL	<i>Shopping</i> em geral	$ABL < 69433$ $1341,1 * e^{0,4*ABL \div 10000}$ $ABL > 69433$ $29,464 * ABL^{0,628} - 10688$

Tabela 1 – Modelos estudados

1.1 Goldner (1994)

O modelo de Goldner (1994) prevê o número de veículos atraídos em uma sexta-feira típica utilizando como dado a área bruta locável (ABL), ou seja, a área destinada a ser locada pelas lojas, restaurantes, cinema, supermercado, etc. Goldner desenvolveu modelos para a sexta-feira e o sábado, distinguindo o *shopping* em central ou periférico e se possui ou não supermercado. Lembra-se que apenas o *shopping* central possui distinção se há ou não supermercado, sendo adotado neste estudo este modelo. Um fato a destacar é que a constante do modelo sem supermercado aos sábados é maior do que aquela do modelo com

supermercado. Isso leva a uma aparente distorção, em que um shopping sem supermercado atraísse mais tráfego do que um com supermercado.

1.2 Espejo (2001)

O modelo foi desenvolvido no âmbito de uma dissertação de mestrado desenvolvida na Universidad Simon Bolívar (Venezuela). O resultado final do trabalho foi a definição de taxas de atração de viagens por metro quadrado de ABL. Para calibração do modelo foram estudados dois empreendimentos localizados em Caracas, aos quais se teve acesso a grande quantidade de dados. A partir desses dados, foi possível obter as taxas de atração para dia de semana e sábado, considerando os usos supermercado, resto do *shopping* e *shopping* como um todo.

1.3 Cárdenas (2003)

A pesquisa conduzida por Cárdenas (2003) possui como foco a geração de viagens e a demanda por estacionamento em PGV tipo *shopping center*. Dentre os seis empreendimentos pesquisados, três são os únicos em suas cidades e não possuem concorrentes próximos. O modelo desenvolvido faz distinção dos veículos atraídos na sexta-feira e no sábado e não diz nada sobre a existência ou não de supermercados. Cárdenas (2003) ainda apresenta como fruto do estudo a estimativa de entrada e saída na hora de pico.

1.4 Andrade (2005)

Essa tese de mestrado foi conduzida com *shopping centers* da cidade do Rio de Janeiro, sendo que 16 empreendimentos responderam o questionário enviado a 19 *shopping centers* no total. De inovador nessa metodologia, há a abordagem segmentada pelo porte do empreendimento, medido por meio da ABL. Assim, foi utilizada a regressão linear simples para empreendimentos até certo porte; aqueles maiores foram tratados a partir dos resultados de ITE (2003), porém com modificações. O modelo tenta prever os automóveis atraídos na sexta-feira e no sábado, mas não faz distinção se há ou não supermercado.

2 EMPREENDIMENTOS MONITORADOS

Como base de comparação com os modelos acima enumerados, foi utilizado banco de dados com seis *shopping centers* com variadas características, conforme descrito mais adiante. Por razões de sigilo, os empreendimentos serão nomeados apenas por números.

Os dados de veículos atraídos apresentados na Tabela 2 foram obtidos a partir de um banco de dados mais complexo e buscam refletir qual seria o volume de veículos atraídos em uma sexta-feira típica e em um sábado típico. Para isso, utilizou-se a média de oito dias típicos,

desconsiderando, pois, dias de grande movimentação ou de movimentação atípica como dia das mães, dia dos namorados, férias, etc.

Empreendimento	ABL (m ²)	Veículos atraídos (sexta-feira)	Veículos atraídos (sábado)
<i>Shopping 1</i>	54.000,00	9.830	13.589
<i>Shopping 2</i>	24.640,00	3.924	5.766
<i>Shopping 3</i>	29.598,41	1.638	2.846
<i>Shopping 4</i>	25.893,00	3.679	5.407
<i>Shopping 5</i>	22.744,62	8.529	9.537
<i>Shopping 6</i>	35.461,52	1.723	3.285

Tabela 2 – Dados dos empreendimentos monitorados

O *shopping 1* localiza-se em área urbana metropolitana com boa acessibilidade tanto por automóvel, quanto por transporte coletivo. Insere-se em um bairro de classe média alta e está no mercado há mais de vinte anos; estando solidificado no mercado. Possui instalado hipermercado em região com boa oferta de outros empreendimento similares.

O *shopping 2* localiza-se em cidade média do interior com consolidada presença na região em que se insere. O *shopping 4* possui características de localização semelhante, também estando consolidado na região.

O *shopping 3*, ainda não consolidado, localiza-se no contexto de uma região metropolitana de grande porte, em um dos municípios satélites do núcleo metropolitano, o qual também possui grande porte.

O *shopping 5* insere-se no contexto de uma cidade média do interior, distante da capital do estado e já consolidado no mercado. Possui supermercado, porém carece de cinema. Exerce atração não somente na cidade em que se insere, mas também sobre cidade próxima, também de porte médio (porém menor). Sua localização na malha urbana da cidade garante proximidade do centro comercial do município, além de estar próximo de prédio de escritório e residências de padrão médio a médio-alto.

O *shopping 6* é empreendimento recente em uma região de ocupação média. Apesar de localizar-se em uma rodovia com boa conectividade com várias cidades da região metropolitana na qual se insere, há problemas de acessibilidade. Além de não estar consolidado no mercado local, por possuir problemas de acessibilidade, também ainda não foram inaugurados os cinemas e o supermercado previsto.

3 ANÁLISE DOS MODELOS

Selecionados os modelos de acordo com as premissas adotadas para este estudo, aplicou-se para cada um dos empreendimentos descritos acima os referidos modelos, tendo como variável a ABL de cada um. Os cálculos foram realizados tanto para a sexta-feira, quanto para o sábado.

A partir da aplicação dos modelos foram obtidos os resultados apresentados na Figura 1 para a sexta-feira e na Figura 2 para o sábado. Nota-se de antemão que os volumes do sábado são maiores, como esperado, e que os empreendimentos mais consolidados apresentam de maneira geral níveis mais próximos entre previsão e realidade (*shoppings 1, 2, 4 e 5*). Chama-se atenção para a discrepância existente entre os diversos modelos empregados.

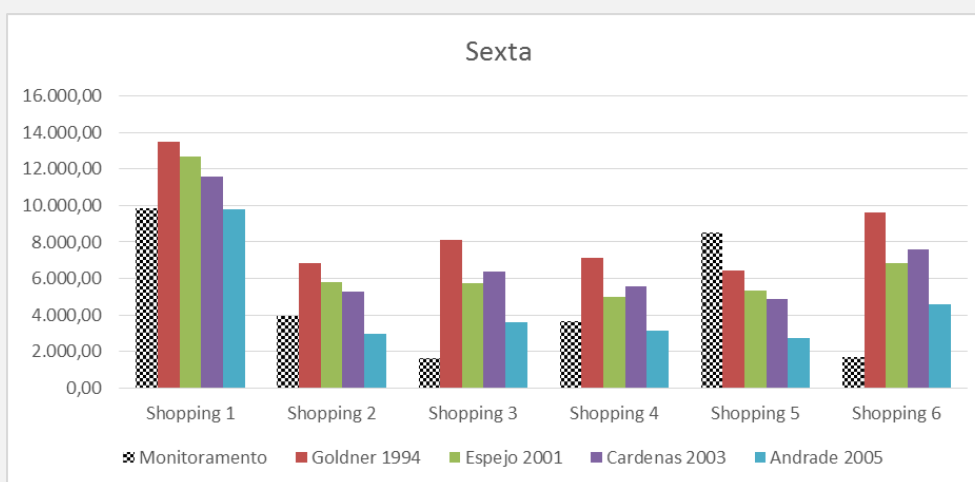


Figura 1 – Resultado da aplicação dos modelos face o monitoramento (sexta-feira)

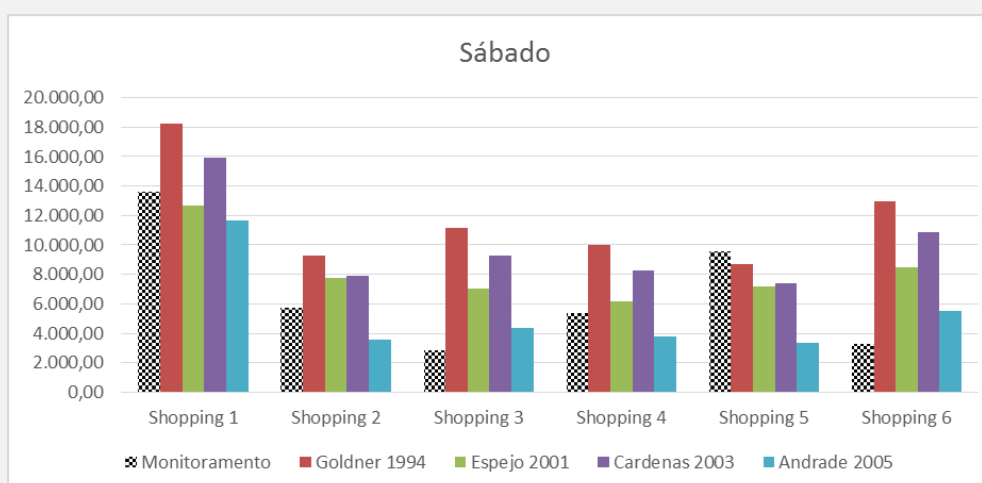


Figura 2 – Resultado da aplicação dos modelos face o monitoramento (sábado)

Os resultados apresentados podem ser melhor apresentados por empreendimento, como segue.

3.1 Shopping 1

A Figura 3 mostra os resultados da simulação com os modelos selecionados para o estudo aplicados ao *shopping 1*. Nota-se neste caso, que a maioria dos modelos empregados superestima os valores para a sexta-feira, sendo a única exceção Andrade (2005). Para o sábado, os modelos divergem; alguns apontam valores acima, outros valores abaixo do monitorado.



Figura 3 – Resultados comparados para o *shopping 1*

3.2 Shopping 2

Os resultados apresentados na Figura 4 apontam para uma majoração de todos os modelos com exceção de Andrade (2005) que minorar o número de veículos. As mesmas conclusões persistem para o sábado.

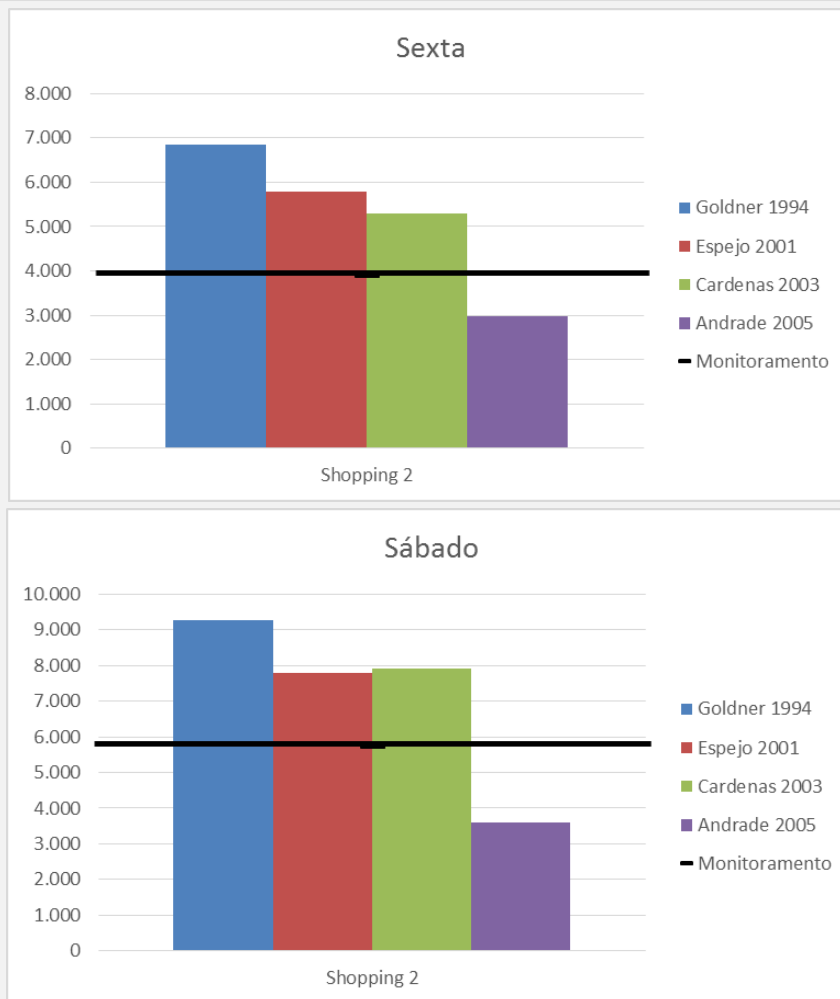


Figura 4 – Resultados comparados para o *shopping 2*

3.3 *Shopping 3*

Na Figura 5 apresenta-se o monitoramento do *shopping 3* com os volumes preditos pelos modelos ora em análise. Verifica-se que a atração real encontra-se abaixo da atração predita por todos os modelos. Lembra-se que se trata de um *shopping* ainda não consolidado. Isso permite inferir que o impacto de tráfego gerado por um *shopping* não é imediato à sua abertura.

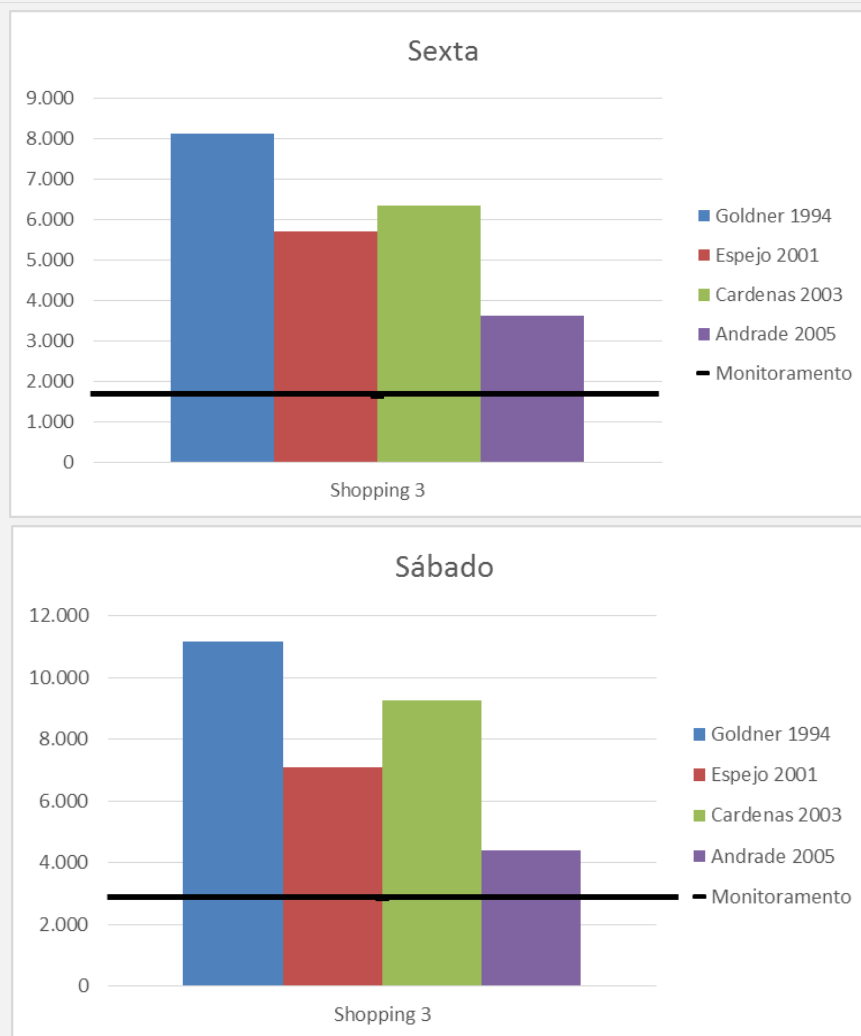


Figura 5 – Resultados comparados para o *shopping 3*

3.4 *Shopping 4*

Os resultados para o *shopping 4* ilustrados pela Figura 6 repetem comportamento observado no *shopping 2*, isto é, todos os modelos na sexta-feira e no sábado apresentam valores maiores do que aqueles monitorados, à exceção de Andrade (2005) que apresenta valores mais baixos em ambos os dias.

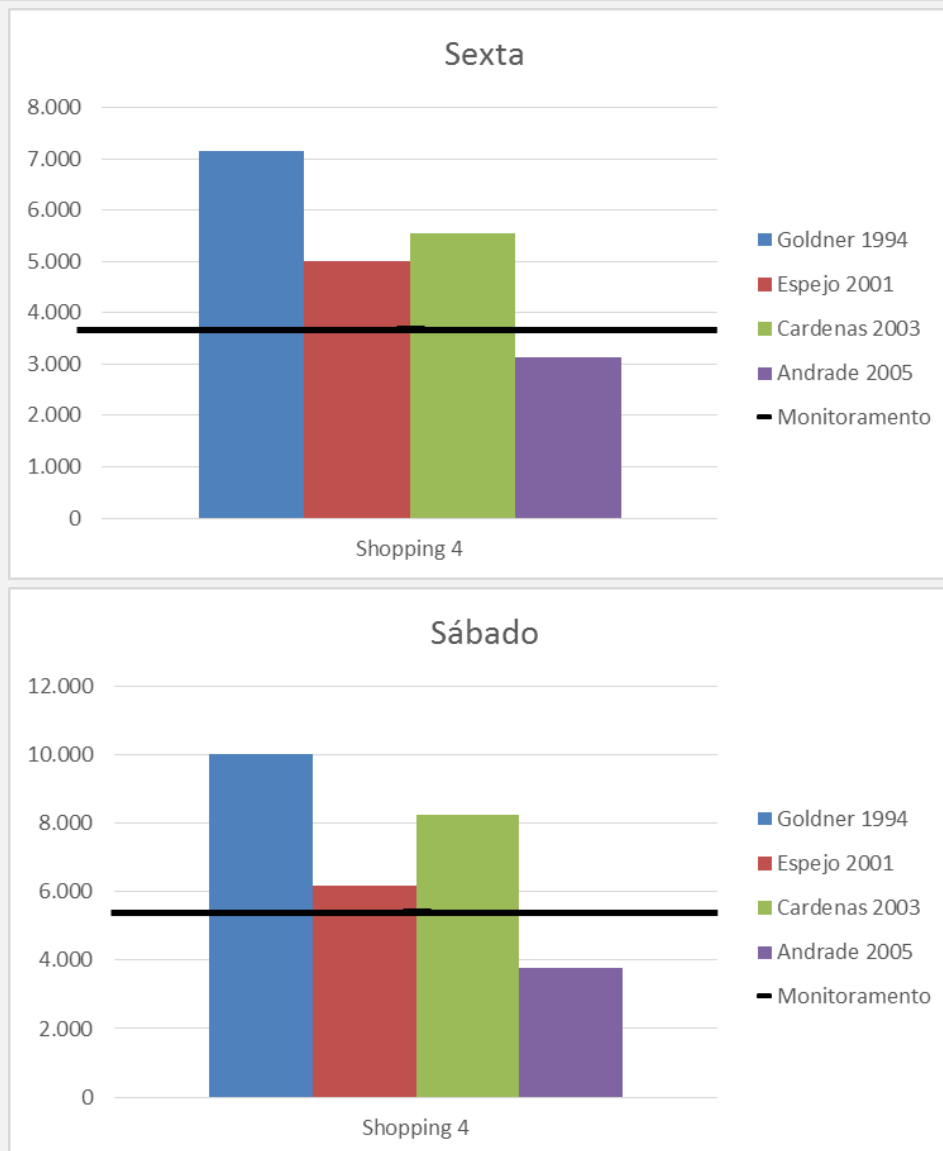


Figura 6 – Resultados comparados para o *shopping 4*

3.5 *Shopping 5*

O *shopping 5*, dentre os casos estudados, apresenta uma peculiaridade, como pode ser observado na Figura 7; os valores de monitoramento são maiores do que todos os modelos aplicados.

Isso pode talvez ser explicado pela posição privilegiada do empreendimento; pela ausência de cobrança do estacionamento, apesar de localizar-se próximo ao centro e a um prédio comercial; e pela intensa troca de pessoas, serviços e mercadorias entre o município no qual se localiza e outras cidades vizinhas. Destaca-se como fator preponderante a gratuidade de estacionamento em área com carência de estacionamento em vias públicas. Logo, o fluxo veicular não pode ser considerado como representativo exclusivo da demanda do shopping.

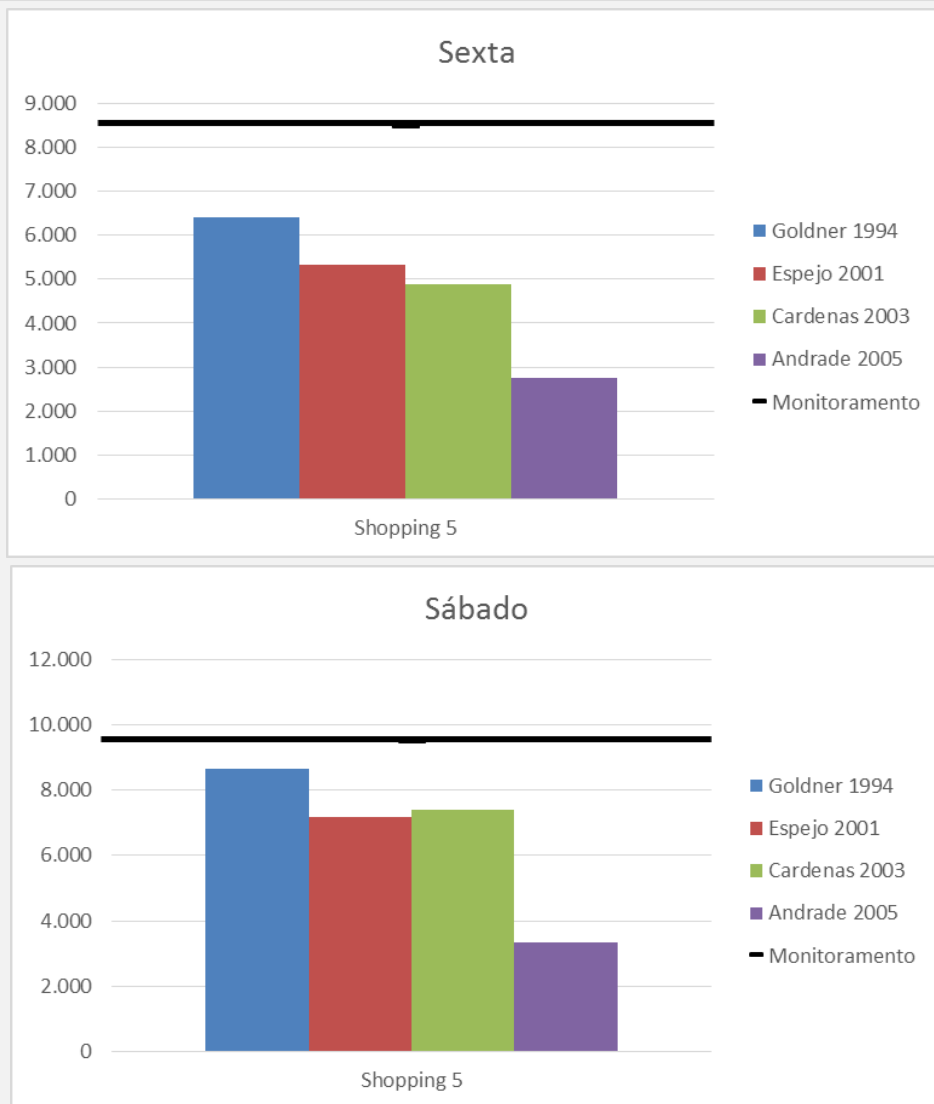


Figura 7 – Resultados comparados para o *shopping 5*

3.6 *Shopping 6*

O caso do *shopping 6* é o contrário do empreendimento anteriormente analisado, pois o fluxo de veículos atraídos é menor que o previsto em todos os modelos, tanto no sábado, quanto na sexta-feira.

A debilidade no acesso ao empreendimento, a recente inauguração e a falta de outros fatores de atração (cinema, supermercado, etc.) contribuem para que os volumes reais sejam menores do que os previstos. Novamente, o fato corrobora que o impacto máximo do *shopping* demanda um tempo de maturação do empreendimento, bem como a atração é função da acessibilidade ao mesmo.

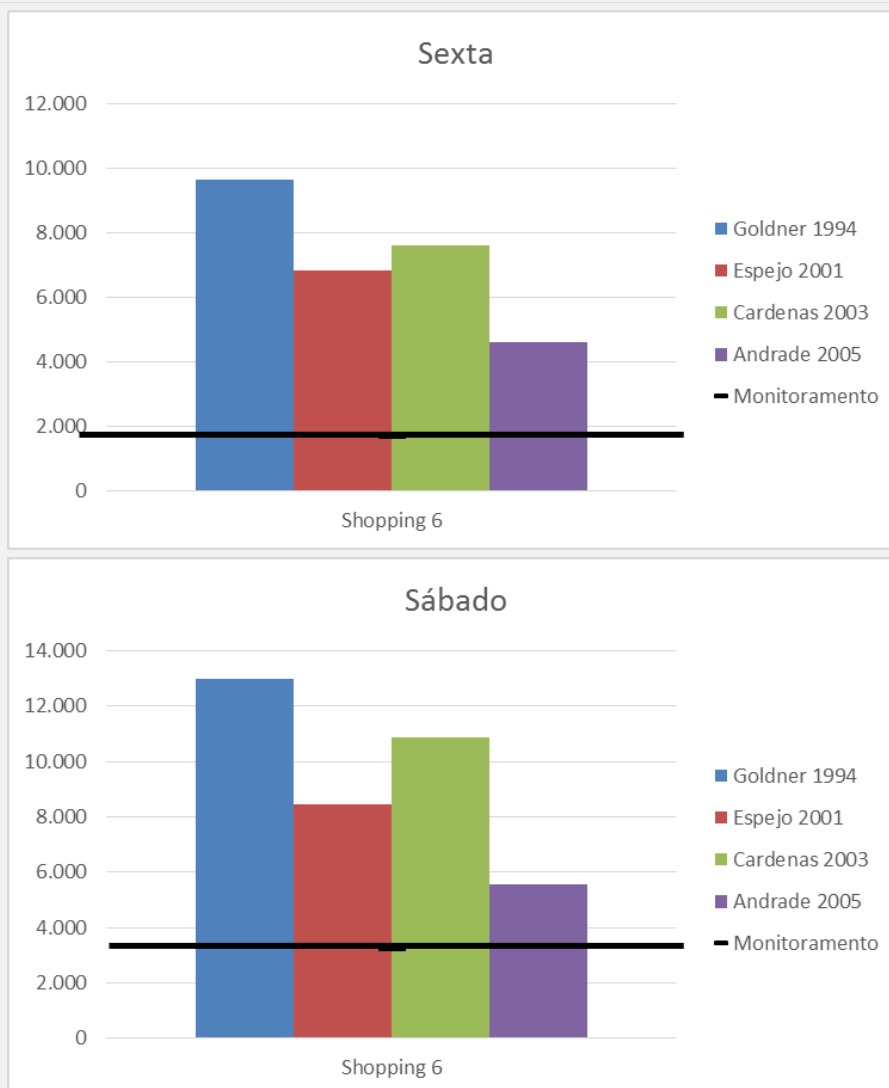


Figura 8 – Resultados comparados para o shopping 6

3.7 Comparação Porcentual

A Tabela 3 apresenta o erro encontrado entre o valor monitorado e o modelo aplicado para cada um dos empreendimentos e modelos em análise.

O exame dos erros permite verificar que geralmente nos empreendimentos já consolidados a taxa de erro apresenta-se menor, porém significativa (*shopping 1* – 21%; *shopping 2* – 33%; *shopping 4* – 42%), enquanto a acessibilidade possui grande impacto sobre a atração, como pode ser visto no *shopping 6*.

Pode-se ainda inferir sobre os modelos que o que mais majora os volumes atraídos é Goldner (1994), com média geral de previsão 173% maior que o monitorado e entre somente os consolidados de 69% maior. Espejo (2001) e Cárdenas (2003) possuem comportamento semelhante com os seguintes valores, respectivamente: 104% e 115%, média geral; e 37% e 35%, média consolidados. Andrade (2005) é o que apresenta menor

erro, tanto geral, quanto entre os consolidados; 30%, geral, e 23% menor nos consolidados. Deve ser notado que não se considerou o *shopping 5* para calcular a média entre os consolidados pelas suas características peculiares já explicadas.

	Goldner (1994)	Espejo (2001)	Cárdenas (2003)	Andrade (2005)	Média
<i>Shopping 1</i>	1,37	1,29	1,18	1,00	1,21
<i>Shopping 2</i>	1,75	1,47	1,35	0,76	1,33
<i>Shopping 3</i>	4,96	3,49	3,88	2,22	3,64
<i>Shopping 4</i>	1,95	1,36	1,51	0,85	1,42
<i>Shopping 5</i>	0,75	0,63	0,57	0,32	0,57
<i>Shopping 6</i>	5,60	3,98	4,42	2,68	4,17
Média	2,73	2,04	2,15	1,30	

Tabela 3 – Matriz de erro empreendimento x modelo (sexta)

A Tabela 4 apresenta o mesmo cálculo de erro que a tabela anterior, porém para o sábado. As conclusões que dela são tiradas são semelhantes as conclusões de sexta-feira; isto é, os *shoppings* consolidados possuem atração mais próxima dos modelos e o modelo que mais se aproxima dos valores reais é o desenvolvido por Andrade (2005) – apenas 4% menor –, enquanto Goldner (1994) é o que mais extrapola os valores reais (126% maior em média).

	Goldner (1994)	Espejo (2001)	Cárdenas (2003)	Andrade (2005)	Média
<i>Shopping 1</i>	1,34	0,93	1,17	0,86	1,08
<i>Shopping 2</i>	1,61	1,35	1,37	0,62	1,24
<i>Shopping 3</i>	3,93	2,48	3,26	1,54	2,80
<i>Shopping 4</i>	1,86	1,14	1,53	0,70	1,31
<i>Shopping 5</i>	0,91	0,75	0,78	0,35	0,70
<i>Shopping 6</i>	3,95	2,58	3,31	1,69	2,88
Média	2,26	1,54	1,90	0,96	

Tabela 4 – Matriz de erro empreendimento x modelo (sábado)

Pode-se realizar a análise separada dos empreendimentos já consolidados também para o sábado, o que valida as conclusões de sexta-feira, como segue: Goldner (1994), 60% maior; Espejo (2001), 14% maior; Cárdenas (2003), 36% maior; Andrade (2005), 27% menor.

4 DISCUSSÃO

Após a análise dos dados apresentados, algumas inferências podem ser feitas:

- o modelo que mais sobre-estima os valores de atração é Goldner (1994);
- o modelo que mais se aproxima dos valores reais é Andrade (2005);

- considerando apenas os empreendimentos consolidados, o que mais se aproxima é Andrade (2005) na sexta-feira e Espejo (2001) no sábado.

A possível explicação para que justamente o modelo com uso mais consolidado e difundido no Brasil, Goldner (1994), seja também o que apresenta os maiores valores é o afastamento histórico do modelo. Desde 1994 os hábitos dos brasileiros alteraram-se, bem como a disponibilidade de renda, transporte, etc. Deve-se ainda considerar o advento de compras *on-line* como impactante na atração de empreendimentos varejistas e o crescimento na oferta de empreendimentos tipo *shopping center* nas grandes e médias cidades.

Já os modelos que se aproximam dos valores reais, Andrade (2005) e Espejo (2001), foram desenvolvidos já nos anos 2000 e trazem em si as realidades da época. Algo que pode explicar a melhor aproximação de Andrade (2005) na comparação geral, é o fato de utilizar faixas de ABL para calcular a atração do empreendimento.

5 CONCLUSÕES

Para os shoppings avaliados no presente trabalho verificou-se que, de forma geral, modelos calibrados antes dos anos 2000 (especialmente os mais antigos com 20 anos) tendem a superestimar a geração de viagens quando comparada aos dados reais de monitoramento. Isto pode estar ocorrendo pelo fato destes modelos terem sido desenvolvidos em contextos diversos do atual, apresentando variações acima de 100%, ou seja, estimando valores até o dobro dos valores reais verificados em campo.

Já os modelos mais recentes tendem aproximarem-se mais da realidade verificada; contudo mesmo esses modelos tendem a resultar em valores mais elevados que os verificados na prática, especialmente quando cotejados com empreendimentos ainda não totalmente consolidados. Isto permite a conclusão que os shoppings possuem um tempo de maturação e não possuem a atração máxima estimada logo no início da operação.

Outra conclusão obtida na análise dos dados é que a acessibilidade ao empreendimento tem relação direta com sua atratividade. Isto é, o empreendimento que atualmente apresenta uma má acessibilidade (situada em rodovia de pista duplicada com retorno a somente 4 km de distância) mostrou-se com atratividade significativamente inferior àquelas estimadas por qualquer um dos modelos.

Para a análise do impacto dos empreendimentos, a escolha de modelos que superestimem a atração é maléfica para a justa simulação de impacto e atribuição de responsabilidades, por isso é necessária a escolha do modelo que melhor represente a realidade futura. Assim, é mister analisar separadamente a sexta-feira – maior impacto no tráfego – e o sábado – maior demanda.

Para a sexta-feira, nota-se que o modelo de Andrade (2005) representou melhor a realidade, aproximando razoavelmente dos volumes monitorados; já para o sábado o modelo desenvolvido por Espejo (2001) foi o mais adequado.

Tendo em vista que o modelo de Andrade (2005) apresenta por vezes valores menores do que os monitorados nos empreendimentos é importante estabelecer um coeficiente de segurança para garantir que os impactos calculados a partir dessa geração não sejam minorados. Assim, sugere-se como fator de segurança o valor de 27%, ou seja, a maior diferença negativa verificada entre o modelo e os valores monitorados seja no sábado, seja na sexta-feira.

Por último, destaca-se que o presente trabalho abordou um número pequeno de shoppings, devido à disponibilidade de dados. Sendo assim, recomenda-se, como trabalhos futuros, que sejam analisados outros empreendimentos em diferentes configurações com intuito de aprimorar e corroborar as conclusões aqui obtidas. Com isso, as análises de impacto gerado por polos geradores de viagem tipo Shopping Center serão cada vez mais precisas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. P. de (2005). *Análise de métodos de estimativa de produção de viagens em polos geradores de tráfego*. Dissertação de mestrado do programa de engenharia de transportes da COPPE-UFRG, Rio de Janeiro, Brasil.

BRASIL (2001). Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm>. Acesso em: outubro 2013

CÁRDENAS, C. B. B. (2003). *Geração de viagens e demanda por estacionamento em shopping centers do interior do estado de São Paulo*. Tese de doutorado da Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Carlos, Brasil.

ESPEJO, C. P. L. (2001). *Estimación de tasas de generación de viajes para actividades comerciales en el A.M.C.: propuesta metodológica*. Dissertação de Mestrado da Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.

GOLDNER, L. G. (1994). *Uma metodologia de impactos de shopping centers sobre o sistema viário urbano*. Tese de Doutorado do Programa de Engenharia de Transportes da COPPE UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.