

## **ARTIGO**

# **AVALIANDO O IMPACTO ATUAL E FUTURO DE UM PÓLO GERADOR DE TRÁFEGO NA DIMENSÃO DE UMA REDE VIÁRIA ABRANGENTE**

**Helena Beatriz Bettella Cybis**  
**Luis Antonio Lindau**  
**Davi Ribeiro Campos de Araújo**

Escola de Engenharia

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## **RESUMO**

Tradicionalmente, os estudos de impactos de pólos comerciais geradores de tráfego tendem a se limitar a trechos viários no entorno dos empreendimentos. Esse artigo desenvolve uma metodologia para avaliar o impacto de um complexo, composto por várias atividades incluindo um shopping center, na dimensão de uma rede viária abrangente e em cenários futuros caracterizados pelo adensamento urbano em termos de uso e ocupação do solo em bairros periféricos ao empreendimento. São também apresentados resultados obtidos com a aplicação da metodologia, particularmente aqueles que geraram subsídios para a reavaliação do plano de desenvolvimento viário da zona sul da cidade de Porto Alegre.

## **ABSTRACT**

Studies of traffic impacts generated by new commercial developments tend to focus on road sections located at their very immediate vicinity. This paper proposes a methodology capable of evaluating the impacts of a commercial complex, composed by several activities including a

shopping center, in the context of a wider road network. Future scenarios, defined by increasing urban densities of surrounding neighbourhoods, are also subject to analysis. The paper also presents results obtained from the application of the methodology, particularly those that generated subsidies to the re-evaluation of the road network in the southern part of Porto Alegre.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma avaliação do estado-da-prática de estudos do impacto de pólos geradores de tráfego no Brasil revela que eles tendem a se concentrar no potencial de geração de viagens, no dimensionamento das vagas de estacionamento, na avaliação das condições de tráfego na rede viária circunvizinha aos empreendimentos e na determinação da capacidade dos portões de acesso de shopping centers. Os trabalhos de Goldner e Portugal (1997) e Goldner e Portugal (1993), decorrentes de reflexões sobre o caso brasileiro onde a maioria dos shoppings centers localizam-se dentro da área urbana (Portugal e Goldner, 1992), apresentam uma evolução da metodologia clássica focada na geração de viagens (como por exemplo CET, 1983) ao incorporarem a escolha modal para os usuários de shopping centers.

Esse trabalho tem por objetivo descrever a metodologia desenvolvida para determinar o impacto de um complexo caracterizado por vários estabelecimentos, incluindo um shopping center, na dimensão de uma rede viária abrangente e em cenários futuros caracterizados pelo adensamento urbano em termos de uso e ocupação do solo em bairros periféricos ao complexo. Contrariamente aos trabalhos usuais de avaliação de impacto que focam a análise e as proposições no entorno imediato dos estabelecimentos, este tem abrangência mais ampla.

O pólo gerador estudado caracteriza-se como um complexo com Área Bruta Locável, ABL, superior a 65.000 m<sup>2</sup>, composto por um conjunto variado de estabelecimentos, a saber: shopping center, hipermercado, hotel, e centro de eventos, conforme descrito na tabela 1.

**Tabela 1:** Caracterização do pólo gerador

<b>Estabelecimento</b>	<b>Descrição</b>
Shopping e Hipermercado	65.507 m2 de ABL
Hotel	272 quartos
Centro de eventos	4.596 m2

O complexo, denominado Cristal Shopping, se localiza na zona sul de Porto Alegre, junto ao Jockey Club. O empreendimento e o Jockey Club são circundados por vias pertencentes à malha viária principal do município. A avenida a oeste do complexo é margeada pelo Rio Guaíba. Como parte dos acordos estabelecidos com o poder público, os empreendedores se comprometeram com o reassentamento de cerca de 700 famílias que ocupavam, de forma irregular, áreas localizadas nos arredores do Jockey Club.

A implantação do complexo está ocorrendo em etapas. O hipermercado foi inaugurado em novembro de 1998. O shopping center, cuja obra tem previsão de início para o segundo semestre de 1999, deverá ser inaugurado no final do ano 2000.

Como uma das condições para implantação do complexo, a Prefeitura Municipal de Porto Alegre - PMPA solicitou, aos empreendedores, o desenvolvimento de um estudo de impacto ambiental e a implantação de um conjunto de obras viárias. Antes desse projeto, a aprovação de conjuntos comerciais de grande porte em Porto Alegre estava condicionada, tão somente, à apresentação de um estudo de impacto no tráfego e à realização de obras viárias mitigadoras. Mais recentemente, a PMPA decidiu pela ampliação do escopo desses estudos ao requerer uma análise de seus impactos sócio-econômicos.

Os termos de referência para o estudo de impacto ambiental contemplaram, entre outros aspectos, a análise dos efeitos do complexo - e da decorrente modificação no padrão lindeiro de desenvolvimento do potencial construtivo permitido pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Porto Alegre, PDDU - na circulação viária.

O estudo de circulação viária envolveu a realização das seguintes etapas inter-relacionadas:

1. Caracterização da área de abrangência do estudo
2. Caracterização dos padrões atuais de viagens
3. Geração de viagens
4. Distribuição das viagens geradas pelo complexo
5. Prognóstico do crescimento do tráfego
6. Alocação de viagens à rede viária
7. Avaliação de cenários compostos pelo adensamento do uso do solo e modificações no sistema viário.

## **2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA E PADRÕES DE VIAGENS**

A área de abrangência definida nesse estudo compreende a região interna a uma isócrona que delimita em 30 minutos o tempo de acesso ao empreendimento. Segundo Goldner (1994), essa área concentra 99% das viagens geradas por empreendimentos dessa categoria. Para a caracterização das isócronas utilizou-se estudo de velocidades desenvolvido pelo LASTERAN (1997) para o IPEA/ANTP. No mapa da figura 1 estão demarcadas as linhas isócronas relativas ao Cristal Shopping.

A área de abrangência foi subdividida em duas partes. A área mais próxima, e por conseqüência sujeita a grande influência do pólo gerador a ponto de sofrer modificações nos padrões de uso do solo, recebeu a denominação de área de influência ou área interna. Coube a ela um tratamento mais detalhado com uma maior densificação da representação da rede viária e uma maior desagregação do zoneamento. A área mais distante do empreendimento recebeu um tratamento mais



## **2.1. Discretização da área de estudo em zonas de tráfego**

Para fins de caracterização da área de estudo no processo de modelagem utilizou-se, como base, o zoneamento de tráfego definido pela METROPLAN na última pesquisa domiciliar de Origem-Destino realizada na Região Metropolitana de Porto Alegre, a EDOM/86.

As Zonas de Tráfego - ZTs, pertencentes à área interna, por serem excessivamente extensas para o nível de detalhamento requerido pela modelagem, foram subdivididas. O número de viagens das novas zonas resultantes, assim como população e outras informações sócio-econômicas, foram subdivididas com base na proporção da extensão viária nas zonas desagregadas em relação à extensão total na zona original. Tais valores foram obtidos através da base de dados georeferenciada da rede viária de Porto Alegre.

As ZTs correspondentes à área externa foram agregadas em grandes zonas de contribuição de viagens. Como resultado deste processo, a área foi dividida em 14 zonas de tráfego: 5 zonas externas e 9 zonas internas. A figura 3 apresenta a subdivisão de zonas de tráfego utilizada no trabalho.

## **2.2. Caracterização dos padrões atuais de viagens**

Essa etapa do trabalho envolveu a construção da matriz de viagens por automóvel. A matriz de viagens atual (1997) foi elaborada com a utilização do modelo de maximização de entropia ME2 incluído no modelo de alocação de tráfego SATURN (Matzoros et al., 1988). O ME2 atualiza matrizes de viagem a partir da configuração da rede e de contagens volumétricas de tráfego. Neste processo, a matriz original, ou matriz semente, foi extraída a partir da EDOM realizada pela METROPLAN em 1986. Considerando que a função da matriz semente é proporcionar a melhor aproximação possível do padrão de viagens atual, ela foi formada a partir das viagens realizadas por automóveis,

modo motorista, para todos os motivos durante o horário em estudo. No processo de atualização foram utilizados dados provenientes de contagens realizadas em 18 pontos da rede no período de interesse.

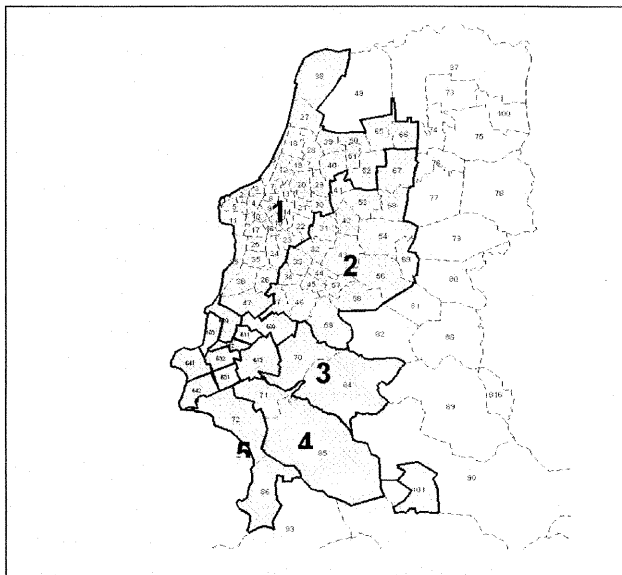


Figura 3: Zonas de tráfego internas e externas

### 3. GERAÇÃO DE VIAGENS

No estudo de geração considerou-se:

1. que cada um dos estabelecimentos do complexo possui um potencial diferenciado de geração de viagens;
2. que os horários pico dos diferentes estabelecimentos carregam mais intensamente a rede viária em períodos distintos;
3. que a rede viária apresenta variabilidade de fluxos ao longo do dia e ao longo da semana - e até do mês, devendo-se, assim, analisar a pior situação, aquela resultante da combinação de tráfego existente mais tráfego gerado que carregue de forma mais intensa a rede viária;

4. que uma determinada proporção das viagens atraídas pelo complexo origina-se do fluxo que hoje carrega a rede viária.

A literatura técnica brasileira referencia, para o caso de shopping centers, dois modelos de geração que estimam o total de automóveis atraídos durante a hora pico. Ambos são formulados a partir de observações realizadas em vários empreendimentos. O modelo mais antigo é o da CET (1983), onde o tempo médio de permanência dos veículos nos shopping centers é de uma hora. A partir da importância adquirida pelos shopping centers na vida dos brasileiros urbanos ao longo da última década, verifica-se, a exemplo do caso do shopping Praia de Belas em Porto Alegre, que o tempo médio de ocupação de uma vaga do estacionamento aumentou para aproximadamente duas horas. O segundo modelo de geração é o de Goldner (1994), formulado a partir de dados de quinze shopping centers (com ABL variando de 15000 a 62000 m<sup>2</sup>) representativos das diversas regiões do país e localizados predominantemente em áreas urbanas. Como variável explicativa para o total de viagens geradas, o modelo de Goldner (1994) utiliza a Área Bruta Locável do shopping center (ABL). Já o modelo da CET (1983), adota a área total construída.

Nesse estudo utilizou-se o modelo de Goldner que, por ter sido estimado com base em dados bastante recentes, deve melhor representar o padrão atual de uso de shoppings no Brasil; também porque o total de tráfego gerado resulta superior àquele obtido pelo modelo da CET e, por consequência, possibilita maior segurança na análise. Ainda, verificou-se que o modelo de Grandó, aplicado à configuração do Shopping Praia de Belas, outro complexo de grande porte em Porto Alegre, apresentou uma boa aproximação das viagens por automóvel, segundo os registros históricos de controle de estacionamento daquele estabelecimento.

Para as taxas de geração do hotel e do centro de eventos, na falta de valores nacionais utilizaram-se aqueles indicados pela Federal Highway Administration - FHWA dos EUA (Mehra e Keller, 1985). Essas taxas norte-americanas também dizem respeito à hora pico que, nesse caso



pode ser distinta da hora pico do shopping. Como dos cálculos resultaram valores da ordem de 10% do total de automóveis gerado pelo shopping e, novamente em favor da segurança da avaliação, fez-se coincidir as horas pico dos distintos estabelecimentos.

Goldner (1994) menciona que as viagens geradas dividem-se em três grupos:

1. viagens primárias: a parada no shopping center é o motivo principal da viagem;
2. viagens desviadas: a parada no shopping center requer pequena alteração da rota;
3. viagens não desviadas: a parada no shopping center não requer alteração da rota.

Para fins de carregamento da rede, a maior preocupação reside com as viagens primárias, qual seja, o tráfego adicional gerado pelo complexo na rede viária. Dados norte-americanos indicam que, para um complexo com as dimensões do estudado, o número de viagens primárias deve se aproximar dos 70%, valor também observado em estudo realizado com usuários do shopping Rio-Sul em uma sexta-feira entre 17:30 e 20:30 (Conceição, 1984), no Rio de Janeiro (onde viagens desviadas eram da ordem de 10% e viagens não desviadas ficaram em 20%). Decidiu-se, portanto, utilizar esses valores no presente estudo.

Foi também necessário estimar o fluxo de saída do complexo que ocorre no mesmo período de pico e que também carrega a rede viária circunvizinha. Levantamento realizado junto ao Shopping Center Praia de Belas em Porto Alegre indicou que, no período das 18 às 19 h, o fluxo que sai do estabelecimento é da ordem de 98 % do que entra. O equilíbrio entre fluxo de entrada e saída é também apontado nas recomendações do Institute of Transportation Engineers dos EUA (ITE, 1986).

A tabela 2 apresenta os volumes de automóveis estimados pela etapa de geração para a hora pico do complexo.

**Tabela 2:** Geração de volumes de automóveis (hora pico do complexo)

Sexta-feira (18-19 h)	Saída pelos portões (autos/h-pico)	Entrada pelos portões (autos/h-pico)
Primárias	1549	1587
Desviadas	221	227
Não-desviadas	442	453
Total	2212	2267

#### 4. DISTRIBUIÇÃO DAS VIAGENS GERADAS PELO EMPREENDIMENTO

A etapa de distribuição de viagens define as ZTs de origem e destino das viagens geradas pelo empreendimento. O procedimento adotado para a distribuição incluiu apenas as viagens primárias. As viagens não desviadas já ocorrem, e portanto, já solicitam o sistema viário. As viagens desviadas, entretanto, apresentam características mais complexas. Não existem indícios sobre o comportamento destes usuários que possibilitem estimar suas procedências. Considerando que estas viagens também já estão na rede, embora não passem pelas vias que dão acesso ao empreendimento, e que elas representam apenas 10% das viagens atraídas pelo empreendimento, elas não foram explicitamente incluídas no procedimento de distribuição.

Nesse processo foi utilizado um modelo tipo gravitacional onde assumiu-se que:

1. o potencial de atração de viagens de cada ZT para o empreendimento é proporcional à frota de automóveis da zona. Para tanto, parte-se do princípio que a frota seja uma proxy do nível de renda e do nível de mobilidade da população da ZT;
2. a incidência de viagens da ZT ao empreendimento é inversamente proporcional a uma função do tempo de viagem ( $t_i^{\beta}$ ).

A formulação adotada no modelo gravitacional, portanto, foi:

$$V_i = \frac{\frac{F_i}{t_i^\beta}}{\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{t_i^\beta}} \times V_{total} \quad (1)$$

Onde  $V_{total}$  é o total das viagens primárias produzidas pelo shopping;  $V_i$  é o número de viagens produzidas pelo shopping e destinadas à ZT "i";  $F_i$  é a frota de veículos da ZT "i";  $t_i$  é a impedância, ou seja, o tempo de viagem da ZT "i" até o Shopping Cristal;  $n$  é total de zonas de tráfego;  $\beta$  é o expoente da impedância no modelo gravitacional.

No estudo foi assumida a simetria entre viagens atraídas e produzidas pelo empreendimento. O processo de distribuição das viagens geradas pelo empreendimento entre as zonas de tráfego do estudo obedeceu as seguintes fases:

1. determinação dos tempos de viagem das ZTs ao empreendimento, obtidos a partir do mapa de isócronas
2. calibração do modelo gravitacional - definição do parâmetro  $\beta$ ;
3. determinação dos fatores de ponderação  $F_i/t_i^\beta$  de cada ZT;
4. definição das viagens atraídas e produzidas pelo empreendimento a cada zona de tráfego do estudo.

As frotas utilizadas basearam-se nos dados disponíveis de 1986. A influência da esperada desatualização dos dados na formulação do modelo é reduzida pelo fato deste não trabalhar com valores absolutos, mas sim com a relação entre frotas das ZTs; também o fato das ZTs externas estarem agregadas em macrozonas minimiza o eventual efeito de crescimentos diferenciados entre zonas isoladas.

Como as zonas externas são muito extensas, resultado da agregação de diversas zonas originais da EDOM, o modelo de distribuição de viagens foi aplicado considerando a configuração original das zonas

de tráfego. A parcela de viagens atribuída a cada zona externa é o resultado da soma das parcelas individuais das zonas originais.

A calibração do modelo gravitacional de distribuição procurou adequar o número de viagens atribuídas às diversas ZTs ao padrão de distribuição descrito na tabela 3, apresentado por Goldner (1994), que associa percentuais do total de viagens geradas por shopping centers ao tempo de acesso, tendo por base a análise de dados de campo. Corrêa (1998) apresenta uma revisão que contempla vários trabalhos nacionais e internacionais voltados à determinação da área de influência de shopping centers com diferentes composições e localizações.

**Tabela 3:** Distribuição de viagens geradas

<b>Isócrona</b>	<b>Parcela do total de viagens</b>
Até 10 min	55,4 %
10 a 20 min	36,2 %
20 a 30 min	7,2 %
Além de 30 min	1,2 %

## 5. PROGNÓSTICO DO CRESCIMENTO DO TRÁFEGO

Essa etapa foi realizada a partir de dados provenientes de um cenário de adensamento de uso do solo, previsto para a área localizada no entorno do empreendimento, descrito em Turkienicz (1998). Esse cenário corresponde a um horizonte de 10 anos após a implantação completa do empreendimento, ou seja, o ano de 2010.

Para as ZTs pertencentes à área interna, onde se presume a ocorrência de alterações significativas no uso do solo decorrentes da presença do empreendimento, as taxas de crescimento populacional foram estimadas, pela equipe de urbanismo, com um maior nível de desagregação. Já na área externa, adotou-se a taxa de crescimento populacional média adotada para Porto Alegre pela METROPLAN, equivalente a 10 % para o período de 10 anos.

A área interna foi subdividida em 18 zonas morfológicas distintas que deverão sofrer diferentes níveis de adensamento. Uma zona morfológica é caracterizada por uma tipologia de quadras com respectivos parcelamentos. Em decorrência do empreendimento, muitas dessas zonas morfológicas apresentarão um crescimento maior que a média prevista para a cidade. O provável adensamento de cada zona morfológica é determinado pelo padrão de parcelamento dos lotes, pelo potencial de renovação de lotes edificadas que apresentam menos de 50% do índice construtivo proporcionado pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano - PDDU, pelas limitações construtivas impostas por esse plano e por análises comparativas baseadas no crescimento de zonas lindeiras a outros empreendimentos de porte similar implantados em Porto Alegre. As taxas de crescimento populacional das zonas morfológicas para o horizonte de 10 anos, que oscilaram entre 12,1 e 40,3%, foram relacionadas às ZTs. Uma vez que não existe coincidência de limites entre zonas morfológicas e zonas de tráfego, as populações atribuídas às zonas de tráfego foram calculadas através de ponderação de áreas.

Como hipótese básica para a obtenção do padrão futuro de circulação viária do tráfego existente, assumiu-se que existe uma relação proporcional e direta entre o adensamento populacional e o número de viagens por automóveis geradas por ZT no cenário futuro. Já o total de viagens geradas pelo empreendimento não sofre qualquer acréscimo ao longo do tempo, pois assume-se que ele mantenha suas características originais.

No estudo foram utilizadas duas matrizes futuras:

1. Projeção da matriz de viagens até a data de implantação de todo o empreendimento (ano 2000): obtida através de majoração uniforme da matriz referente ao final de 1997, atualizada pelo ME2, em 2% (equivalente a um valor aproximado de 1% ao ano).
2. Projeção da matriz de viagens para o ano de 2010: adota como base a matriz do ano de abertura (2000) à qual são aplicados fatores de crescimento proporcionais às densificações estimadas para as diversas zonas. Esta matriz incorpora também as viagens geradas pelo empreendimento.

## 6. ALOCAÇÃO DE VIAGENS

Considerando os objetivos e o horizonte temporal definidos para o trabalho, foram aqui empregadas técnicas de modelagem de tráfego recomendadas para estudos estratégicos, isto é, modelos tradicionais de alocação de tráfego onde o custo de viagem decorre do tempo de percurso nos arcos. Para um horizonte futuro de 10 anos não é possível estabelecer, com precisão adequada, as características operacionais do sistema viário que possibilitem modelagem a nível tático. A programação semafórica, sentidos de circulação e restrições de conversão nas interseções são exemplos de características operacionais que devem sofrer grandes alterações em um período longo de tempo. Assim, no processo de modelagem empregado não se buscou a estimativa de indicadores operacionais como, por exemplo, tamanho de filas e tempos de espera nas interseções. Os parâmetros utilizados na análise comparativa dos diversos cenários avaliados nesse estudo são de natureza agregada como o fluxo nos segmentos viários modelados e a relação entre volume de tráfego e capacidade viária.

Na identificação das rotas utilizadas para os deslocamentos na área de estudo utilizou-se o modelo computacional SATURN (Van Vliet e Hall, 1996) que está sendo implantado, para a Prefeitura Municipal de Porto Alegre, pelo Laboratório de Sistemas de Transportes - LASTRAN. O diferencial do modelo SATURN em relação aos procedimentos convencionais de alocação de viagens reside na simulação detalhada do comportamento dos veículos nas interseções, aspecto não explorado no presente estudo mas muito importante para a continuidade da análise de tráfego que requer o detalhamento das modificações no sistema viário.

### 6.1. Caracterização da demanda por viagens

Os padrões de demanda analisados neste estudo, resultantes da combinação das duas matrizes de viagens futuras com a matriz de viagens produzida pelo empreendimento, foram:

1. Demanda no ano 2000 sem o complexo:  
Representada pela matriz de viagens de 1986 atualizada para o final de 1997 pelo modelo ME2, acrescida em 2%.
2. Demanda no ano 2000 com o complexo:  
Consiste na matriz relativa ao ano 2000 acrescida das viagens geradas pelo empreendimento.
3. Demanda no ano 2010 com o complexo:  
Matriz do ano 2000 projetada para 2010 em decorrência do adensamento urbanístico, acrescida das viagens geradas pelo empreendimento.

## 6.2. Caracterização do sistema viário

Para a caracterização do sistema viário foram identificadas as vias que apresentam importância estratégica na circulação veicular. Foram selecionadas aquelas que carregam volume considerável de veículos, conduzem tráfego de passagem, assim como segmentos viários que apresentam altos índices de acessibilidade caracterizados pelo modelo configuracional Axi-I-Magic (Sclovsky e Turkienicz, 1997). Segundo os princípios dos modelos configuracionais, segmentos viários com altos índices de acessibilidade apresentam uma grande conectividade com outros arcos, constituindo-se, portanto, em vias com grande potencial de utilização.

Os dados requeridos para a modelagem da rede viária são: velocidade em fluxo livre, velocidade na capacidade, capacidade, e comprimento de cada segmento viário modelado. Para efeito de caracterização das condições operacionais, as vias modeladas foram classificadas em 5 categorias. Vias de alta hierarquia apresentam velocidades mais altas e maior capacidade por faixa. A classificação das vias representadas no modelo foi realizada a partir de visitas ao local. Foram considerados fatores como alinhamento viário, condições de pavimento, largura das faixas, densidade e natureza dos cruzamentos, entre outros.

Considerando a natureza do fluxo em regiões urbanas, a definição das capacidades dos arcos está associada à capacidade das interseções. As

capacidades dos arcos foram definidas, portanto, em função do número de faixas na aproximação à jusante e de uma relação entre as hierarquias das vias que compõem essa interseção. Este processo não reproduz fielmente os fluxos de saturação da configuração atual da rede; entretanto ele garante uma coerência entre as condições operacionais das redes nos diversos cenários. Abordagem semelhante é apresentada em Kurth et al. (1996).

As velocidades em fluxo livre foram estimadas a partir de levantamentos em campo. Os valores de velocidade na capacidade adotados neste estudo, assim como os valores dos expoentes das relações entre fluxo e velocidade foram baseados nas recomendações do manual do modelo SATURN (Van Vliet e Hall, 1996).

Foram modeladas quatro configurações para o sistema viário:

1. Rede viária atual (R1).
2. Rede viária somente com modificações no entorno do empreendimento, que consistem basicamente na duplicação das vias que o circundam e na construção de um acesso em via elevada (R2).
3. Rede viária R2 com melhoria das condições operacionais da rota alternativa que cruza a Vila Cruzeiro do Sul, atualmente ociosa e ainda não integralmente desenvolvida (R3).
4. Rede viária R2 contemplando a conclusão da Terceira Perimetral (R4).

As redes futuras contemplam trechos viários gravados pelo PDDU e recomendações de outros estudos e projetos ora em desenvolvimento em Porto Alegre.

### **6.3. Avaliação dos cenários**

Seis cenários foram simulados através do modelo SATURN. Cada um deles compreende uma rede viária solicitada por um padrão de demanda que resulta da combinação de projeções do tráfego existente com as viagens geradas pelo complexo, conforme representado na tabela 4. Todos os cenários relativos a 2010 contemplam a introdução do complexo, já que não foi realizada projeção urbanística sem a sua presença.



Tabela 4: Composição dos cenários modelados

		Padrões de Demanda			Redes viárias			
		Ano 2000 sem Complexo	Ano 2000 com Complexo	Ano 2010 com Complexo	R1	R2	R3	R4
Cenários	I	✓			✓			
	II		✓		✓			
	III		✓			✓		
	IV			✓		✓		
	V			✓				✓
	VI			✓			✓	

A título de ilustração, as figuras 4 a 6 apresentam, respectivamente, os resultados dos cenários I, IV e V. Nelas estão indicados os resultados das relações Volume/Capacidade - V/C para os trechos mais críticos da rede que, no caso, foram considerados aqueles onde a relação V/C suplantou 70%. Os trechos críticos estão representados por linhas de maior espessura. A situação atual (cenário I), sem a implantação do complexo, representada na figura 4, reproduz os carregamentos de tráfego hoje vigentes. As propostas de melhoria da rede viária no entorno do complexo, representadas na figura 5, demonstram que os problemas de tráfego tenderão a se intensificar, no futuro, em trechos próximos e distantes do complexo. Portanto, não bastam modificações viárias limitadas ao entorno. Já na figura 6, está representada a situação futura com a realização de uma obra viária importante em avenida de ligação alternativa ao centro da cidade. Anteriormente a esse estudo, a avenida, embora gravada no PDDU, não tinha prazo de implantação definido.

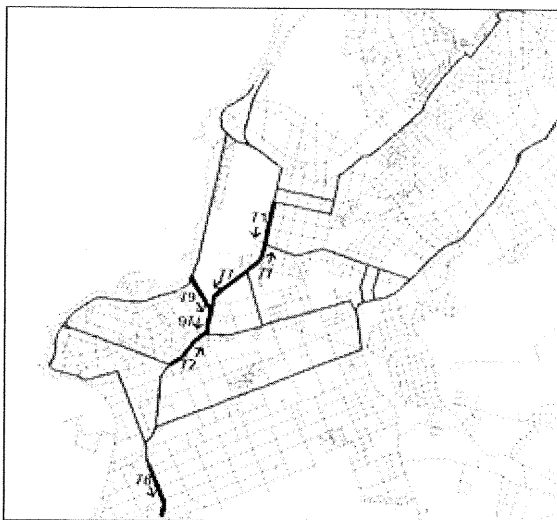


Figura 4: V/C no cenário I

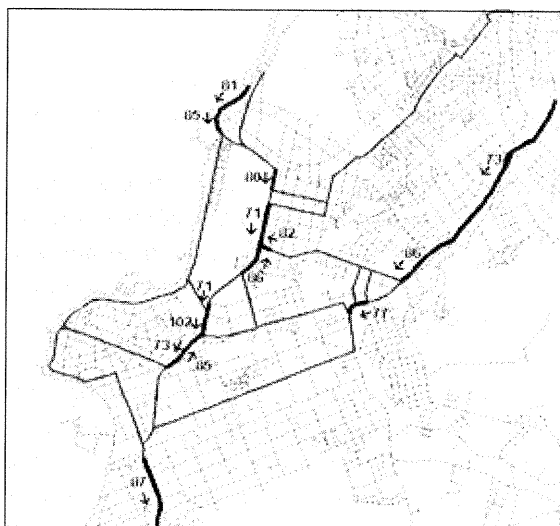


Figura 5: V/C no cenário IV

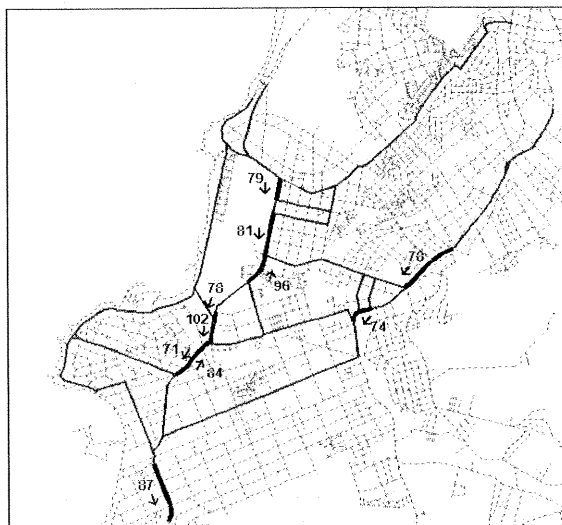


Figura 6 : V/C no cenário V

## 7. CONCLUSÃO

Esse artigo descreve o procedimento metodológico utilizado para avaliar o impacto de um complexo comercial de grande porte na rede viária para cenários atuais e futuros. Os estudos de impacto tradicionalmente realizados no país limitam-se ao ano de abertura e tendem a focar o entorno imediato aos pólos geradores de tráfego. Assim, as medidas paliativas ou corretivas normalmente impostas pelas administrações municipais aos empreendedores, acabam tendo abrangência física e temporal bastante limitada.

Por outro lado, sabe-se que os impactos de um complexo comercial de grande porte são sentidos em segmentos viários bastante distantes do pólo. É reconhecido, também, que esses complexos afetam o uso do solo lindeiro de forma bastante intensa, alterando os níveis de adensamento futuros.

A metodologia utilizada neste artigo tem caráter estratégico e incorpora importantes dimensões aos tradicionais estudos de impactos, tanto na definição dos padrões de viagens resultantes, como na avaliação do desempenho do sistema viário após a construção do empreendimento. Uma tônica desse trabalho foi a utilização de dados provenientes de fontes diferenciadas e sua adaptação aos diversos estágios de modelagem desenvolvidos.

A análise desenvolvida contempla cenários futuros resultantes da combinação de diferentes padrões de demanda (ano de abertura do empreendimento e dez anos após a construção do empreendimento) associados a diversas configurações do sistema viário. Para o caso objeto do estudo, a aplicação da metodologia proporcionou a identificação da importância de uma obra viária localizada fora do entorno imediato ao empreendimento e, portanto, excluída da abrangência de estudos convencionais de impactos de pólos geradores de tráfego.

Ultimamente, tem-se verificado uma proliferação de empreendimentos de grande porte que afetam significativamente as áreas urbanas. A metodologia proposta nesse artigo objetiva fornecer subsídios para um planejamento estratégico de desenvolvimento viário frente à implantação de novos empreendimentos, possibilitando identificar os pontos da rede mais afetados pela nova configuração da demanda, assim como comparar a eficiência de projetos viários alternativos logo após sua implantação e em diversos momentos futuros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CET (1983) Pólos geradores de tráfego, Boletim Técnico nº 32. Companhia de Engenharia de Tráfego, São Paulo.
- Conceição, I. (1984). Shopping center: desenvolvimento, localização e impacto no sistema viário. Tese de Mestrado. UFRJ, Rio de Janeiro.
- Corrêa, M. M. D. (1998). Um estudo para delimitação de área de influência de shopping centers. Dissertação de Mestrado. UFSC, Florianópolis.

- Goldner, L. G. (1994) Uma metodologia de avaliação de impactos de shopping center sobre o sistema viário urbano. Tese de Doutorado. UFRJ, Rio de Janeiro.
- Goldner, L. G. e L. S. Portugal (1993) Metodologia de avaliação de impactos de tráfego de shopping centers: uma abordagem multimodal. Anais do VII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, São Paulo, vol. 1, pp. 350-357.
- Goldner, L. G. e L. S. Portugal (1997) Um estudo sobre o desenvolvimento de shopping centers no Brasil e Espanha e suas implicações no planejamento viário e nos transportes. Anais do XI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Rio de Janeiro, vol. 2, pp. 717-726.
- ITE (1986) Trip Generation. Institute of Transportation Engineers. Washington, USA.
- Kurth, D. L.; A. Van Den Hout e B. Ives (1996). Implementation of Highway Capacity Manual - Based Volume - Delay Functions in Regional Traffic Assignment Process. Transportation Research Record 1556, pp. 27-36.
- LASTRAN (1997) Redução das deseconomias urbanas com melhoria do transporte público: cidade de Porto Alegre. Relatório Técnico. Convênio Trensurb, PMPA, UFRGS. Porto Alegre
- Matzoros, T.; J. Randle; D. Van Vliet e B. Weston (1987). A validation of the SATURN and ME2 models using before-and-after survey data from Manchester. Traffic Engineering and Control, vol: 28, n( 12), pp. 641-643.
- Mehra, J. e C. R. Keller (1985) Development and application of trip generation rates. Final Report. Federal Highway Administration. Washington, USA.
- Portugal, L.S. e L. G. Goldner (1992). Análise das metodologias de previsão do número de viagens geradas pelos shopping centers: o caso do Norteshopping-RJ. Anais do VI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Rio de Janeiro, vol. 2, pp. 687-693.
- Sclovsky, L. e B. Turkienicz (1997). Axi-I-Magic. SIMMLAB. Faculdade de Arquitetura. UFRGS. Porto Alegre.

- Turkienicz, B. (1998). Análise do impacto ambiental da implantação do shopping Cristal. Relatório Técnico. FAURGS. Porto Alegre.
- Van Vliet, D. e M. Hall (1996). Saturn version 9.3: user's manual. Institute for Transport Studies. University of Leeds. England.

**Endereço dos autores:**

LASTRAN - Laboratório de Sistemas de Transportes  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção  
Escola de Engenharia, UFRGS  
Praça Argentina, 9 - 90040-020 - Porto Alegre, RS