



Rede Ibero-Americana de Estudo em
Pólos Geradores de Viagens



CADERNOS

Polos Geradores de Viagens Orientados à Qualidade de Vida e Ambiental

Centros e Subcentros Urbanos:
Padrões e Modelos de Viagens e Estacionamento

<http://redpgv.coppe.ufrj.br>



Rede Ibero-Americana de Estudos em
Pólos Geradores de Viagens



Jorge Gonçalves
Licínio Portugal
Paulo Cezar Martins Ribeiro
COPPE/UFRJ

Erika Cristine Kneib
UFG

Versão Preliminar
Outubro 2009

CADERNOS

Polos Geradores de Viagens
Orientados à Qualidade de Vida e Ambiental

Centros e Subcentros Urbanos:
Padrões e Modelos de Viagens e Estacionamento

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto “Rede Sulamericana em Transportes: Estudo em Polos Geradores de Viagens sintonizados com a Qualidade de Vida”, Edital MCT/CNPq 05/2007 – PROSUL.

Ao CNPq e à Faperj pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do projeto “Núcleo de Pesquisa em Polos Geradores de Viagens e de seus Impactos orientados à Qualidade de Vida e ao Desenvolvimento Integrado” (Proc. n.º 170.001/2008), que foi aprovado pelo Programa de Apoio aos Núcleos de Excelência (Pronex) - ano de 2006.

Aos membros da “Rede Ibero-Americana de Estudos em Polos Geradores de Viagens” pela sua dedicação e compromisso com a produção e divulgação do conhecimento, permitindo a sua sistematização e facilitando o desenvolvimento deste Caderno.

À Marcela Rubert pelo trabalho qualificado e cuidadoso de revisão e formatação desta Publicação.

À Fátima Jane Ribeiro pela produção da capa e competência em buscar expressar graficamente alguns elementos principais que compõem o contexto desta pesquisa.

À todos os pesquisadores que vêm colaborando de diferentes formas e através de diferentes veículos, como pelo site <http://redpgv.coppe.ufrj.br>, sendo fundamentais para fortalecer e garantir a manutenção deste projeto coletivo.

Apresentação

A “Rede Ibero-Americana de Estudos em Pólos Geradores de Viagens” e o seu “Núcleo de Pesquisa em Pólos Geradores de Viagens e de seus Impactos orientados à Qualidade de Vida e ao Desenvolvimento Integrado” têm como um dos seus objetivos a produção de cadernos temáticos que tratam dos modelos e das taxas de geração de viagens de determinados tipos de equipamentos e empreendimentos. Esses cadernos foram organizados em quatro grandes módulos, conforme estrutura de temas apresentada a seguir.

Módulo I

Introdução e Contextualização dos PGVs

1. Caracterização dos PGVs
2. Processo de Licenciamento
3. Geração de Viagens: Introdução Teórica e Recomendações Práticas

Módulo II

Modelos e Taxas de Geração de Viagens de Automóveis

4. Os *Shopping Centers* como Pólos Geradores de Viagens: Modelos e Taxas de Geração de Viagens
5. Estabelecimentos Institucionais
6. Estabelecimentos Residenciais
7. Os Hotéis como Pólos Geradores de Viagens
8. Terminal – Porto, Aeroporto, Rodoviária e Estação Metro-ferroviária
9. Estabelecimentos de Ensino
10. Hospitais
11. Hipermercados: Caracterização e Modelos de Geração de Viagens
12. Escritório – Torres: Caracterização e Modelos de Geração de Viagens
13. Pólos Múltiplos: Caracterização e Modelos de Geração de Viagens
14. Eventos Especiais e Temporários: Megaeventos Esportivos
15. Centros e Subcentros Urbanos: Padrões e Modelos de Viagens e Estacionamento

Módulo III

Modelos e Taxas de Geração de Viagens para outras Modalidades e Parâmetros de Interesse

16. Pedestres: Caracterização e Modelos de Previsão de Viagens
17. Bicicletas e Motos: Caracterização e Modelos de Previsão de Viagens
18. Modelos de Geração de Viagem para Pólos Geradores de Viagens de Carga
19. Transporte Público
20. Categorias de Viagens e Divisão Modal

Módulo IV

Síntese e Conclusões

21. Síntese e Conclusões

Preende-se que essas publicações reflitam o atual estado da arte, incorporando a produção científica disponível na bibliografia consultada. O presente Caderno tem como foco os centros e subcentros urbanos, cuja concentração de atividades e de viagens os tornam locais estratégicos nas cidades.

Índice

| | |
|--|----|
| 1. Introdução..... | 1 |
| 1.1. Objetivos | 2 |
| 1.2. Justificativas | 3 |
| 1.3. Estrutura do estudo | 4 |
| 2. Caracterização de centros e subcentros urbanos | 5 |
| 3. Descrição e Caracterização dos Modelos Disponíveis Abrangentes | 5 |
| 3.1. Método relacionando necessidades de estacionamento com o total de viagens para a área central..... | 6 |
| 3.2. Método Relacionando Necessidades de Estacionamento com a Capacidade do Sistema Viário Principal de Acesso | 8 |
| 3.3. Método Relacionando Necessidades de Estacionamento com o Tamanho da Área Urbana | 9 |
| 3.4. Método relacionando necessidades de estacionamento com o uso do solo da área central | 10 |
| 3.5. Método Relacionando Necessidades de Estacionamento com a Demanda Atual.. | 12 |
| 3.6. Método Misto | 13 |
| 3.7. Método de Alocação do Tráfego..... | 15 |
| 3.8. Método de Atividades nos Estacionamentos | 16 |
| 3.9. Método de Padrões de Estacionamento..... | 18 |
| 4. Descrição e Caracterização dos Modelos Específicos Disponíveis..... | 20 |
| 4.1. Estações de veículos leves sobre trilhos (VLT)..... | 20 |
| 4.2. Escolas de segundo grau (high school)..... | 21 |
| 4.3. Centros universitários (University/College)..... | 22 |
| 4.4. Hospital..... | 22 |
| 4.5. Condomínios de escritórios..... | 23 |
| 4.6. Supermercados | 24 |
| 4.7. Caixas eletrônicos acessados do carro | 25 |
| 4.8. Restaurantes de comida rápida (sentado)..... | 26 |
| 4.9. Centro de Negócios e Parques Tecnológicos em Cingapura | 27 |
| 4.10. Shoppings Centers em Cingapura..... | 29 |
| 4.11. Demanda por vagas em estacionamentos em tipos de uso do solo na Jordânia . | 31 |
| 4.12. Caracterização do perfil brasileiro de Shopping Center brasileiro – escala regional | 35 |
| 4.13. Demanda por estacionamento em grandes eventos esportivos | 36 |
| 5. Análise Comparativa dos Métodos Abrangentes | 37 |
| 6. Conclusões e Recomendações | 39 |

| | |
|------------------|----|
| Referências..... | 41 |
|------------------|----|

Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Resumo do estudo | 21 |
| Tabela 2: Resumo do estudo | 21 |
| Tabela 3: Resumo do estudo | 22 |
| Tabela 4: Resumo do estudo | 23 |
| Tabela 5: Resumo do estudo | 23 |
| Tabela 6: Resumo do estudo | 24 |
| Tabela 7: Resumo do estudo | 25 |
| Tabela 8: Resumo do estudo | 25 |
| Tabela 9: Resumo do estudo | 26 |
| Tabela 10: Resumo do estudo | 27 |
| Tabela 11: Síntese do porte..... | 27 |
| Tabela 12: Resumo do estudo | 28 |
| Tabela 13: Comparação com outros estudos..... | 28 |
| Tabela 14: Resumo do porte dos estudos..... | 29 |
| Tabela 15: Resumo da taxas médias geradas | 30 |
| Tabela 16: Comparação com outros estudos..... | 31 |
| Tabela 17: Comparação dos erros..... | 31 |
| Tabela 18: Período do pico para cada tipo de uso do solo | 32 |
| Tabela 19: Características estatísticas dos dados (N=número de locais) | 32 |
| Tabela 20: Coeficientes de correlação (r=coef. correlação e α =nível de significância) | 33 |
| Tabela 21: Número de vagas relativo às escalas regional e nacional | 35 |

Figuras

| | |
|--|---|
| Figura 1: Gráfico População urbana x fator “p” | 7 |
|--|---|

1. Introdução

A área central de uma cidade se caracteriza normalmente por apresentar uma elevada concentração de demanda de viagens com seu sistema viário e de estacionamentos saturados de veículos. Em tal contexto, a oferta de infra-estrutura viária destinada aos automóveis precisa ser limitada e controlada (Congressional Budget Office, 2009), a fim de se assegurar um adequado nível de serviço ao transporte público, bem como se manter a desejada qualidade ambiental e um padrão de acessibilidade condizente com a viabilidade econômica da área.

O tráfego que se destina à área central tem necessidades voltadas não só para a sua circulação, mas também para o seu estacionamento. O espaço viário, ao ser um bem comum, e partilhado por diferentes solicitações (muitas vezes conflitantes entre si), ao ser alocado para fins de estacionamento pode interferir na capacidade das vias em fluir veículos. A intensidade dessa interferência global na capacidade da rede relaciona-se não só ao número de veículos estacionados, mas em que trechos viários isso se dá (Portugal, 1989).

Por outro lado, a capacidade do próprio sistema viário da área interfere no número de vagas possível de ser oferecido. A compreensão dessa interação é fundamental para que se organize o espaço viário, com vistas a se atender as necessidades do tráfego, integrada e harmonicamente. Dessa forma, o número e a localização de vagas de estacionamento devem ser estabelecidos de acordo com a capacidade da rede viária, derivada das políticas de transportes e de uso do solo (Portugal, 1989).

Esta concepção para ser operacionalizada deve por a disposição dos planejadores de tráfego e transportes instrumentais suficientes e adequados. Para isso se deve estudar o funcionamento e o desempenho de modelos de estimativas de necessidades de estacionamentos em centros e subcentros, com a premissa que a qualidade e precisão das previsões do modelo dependem da relação entre os impactos provocados com sua implantação, as variáveis utilizadas e a amostra que embasou o referido modelo.

1.1. Objetivos

O principal objetivo é estudar os estacionamentos como polos geradores de viagens, elaborando uma revisão bibliográfica a respeito dos principais modelos de geração de viagens desenvolvidos no exterior e no Brasil e desenvolver uma análise comparativa dos mesmos. Esta análise será feita em relação aos aspectos metodológicos utilizados na elaboração, comparando os resultados dos diferentes modelos.

Complementarmente serão descritos e analisados os padrões de viagens para os estacionamentos, encontrados na bibliografia consultada, levando em conta os modelos e abordagens abrangentes e os específicos sobre o tema.

Os modelos abrangentes de estimação de vagas em estacionamentos em centros e subcentros procuram identificar as vagas necessárias com base em variáveis quantificáveis para cada uma dessas aglomerações. Os modelos específicos considerarem cada tipo de uso do solo encontrado em cada aglomeração. A seguir são apresentadas as listas de estudos e de usos de solo consideradas respectivamente para as dimensões abrangentes e específicas :

• Estudos abrangentes.

1. Estudo relacionando necessidades de estacionamentos com total de viagens usando automóveis.
2. Estudo relacionando necessidades de estacionamento com a capacidade do sistema viário principal de acesso.
3. Estudo relacionando necessidades de estacionamento com o tamanho da área urbana.
4. Estudo relacionando necessidades de estacionamento com o uso do solo da área central.
5. Estudo relacionando necessidades de estacionamento com a demanda atual.
6. Estudo misto.
7. Estudo de alocação de tráfego.
8. Método Atividades em estacionamentos

9. Método Padrão de estacionamentos.

• **Estudos específicos.**

1. Estações de veículos leves sobre trilhos
2. Escolas de nível médio.
3. Universidades.
4. Hospital
5. Condomínios de escritórios.
6. Supermercados.
7. Caixas eletrônicas usados a partir do automóvel.
8. Restaurantes.
9. Centros de Negócios e Parques Tecnológicos em Cingapura
10. Centros Comerciais em Cingapura.
11. Demanda por vagas em estacionamentos em tipos de uso do solo na Jordânia.
12. Shopping center brasileiro – escala regional.
13. Demanda por estacionamentos em eventos esportivos.

1.2. Justificativas

Por se tratarem de Polos Geradores de Viagens (PGVs), os estacionamentos também causam impactos no sistema viário do entorno, sabe-se que é necessária uma oferta mínima de estacionamento para preservar as atividades sócio-econômicas e atender o uso do solo residencial em áreas centrais. Por outro lado, reconhece-se que uma quantidade excessiva de vagas pode contribuir não só para restringir a capacidade das vias e o uso do espaço urbano para outras finalidades, bem como atrair mais viagens por automóveis, aumentar os congestionamentos e prejudicar o transporte público, enfim, deteriorar a qualidade de vida.

Devido à existência de diferentes cenários é necessário que o técnico esteja munido de uma ampla possibilidade de métodos para desenvolver adequadamente suas atribuições. Assim, é relevante o conhecimento dos estudos já desenvolvidos, de modo a buscar os parâmetros que sejam mais representativos da realidade na qual o estacionamento em questão se insere.

A etapa de geração de viagens é uma das mais importantes no processo de análise. Assim, ela deve ser detalhada, comparando os modelos e verificando os resultados obtidos.

Nesse contexto, uma etapa fundamental é a realização de uma revisão bibliográfica sobre o assunto e a análise comparativa dos métodos. Com isso, espera-se dar suporte, na tomada de decisão, ao engenheiro de tráfego, quanto aos métodos e critérios a serem adotados, quando este realizar a avaliação dos impactos de um estacionamento nos sistemas viário e de transportes.

1.3. Estrutura do estudo

A estrutura do estudo é composta por seis itens, cujos resumos estão expostos a seguir :

- 1 – Introdução.

Apresenta o problema, os objetivos, as justificativas e a estrutura do Caderno.

- 2 – Caracterização de centros e subcentros urbanos

- 3 – Descrição e caracterização dos modelos abrangentes..

Nesse item são apresentados os modelos identificados na revisão bibliográfica.

- 4 – Descrição e caracterização dos modelos específicos.

- 5 – Análise comparativa dos modelos abrangentes

Esse item destaca as diferenças qualitativas, as diferenças quantitativas e mostra que é necessário a elaboração de modelos que reflitam a realidade urbana em estudo.

- 6 – Conclusões e recomendações

Nesse item se pretende destacar os aspectos gerais e particulares de cada um dos modelos

e recomendar o uso de acordo com as especificidades locais.

2. Caracterização de centros e subcentros urbanos

A estrutura espacial das cidades é conformada, principalmente, pelo conjunto de centros e subcentros urbanos (Kneib, 2008). Neste contexto cabe destacar a necessidade de consideração das especificidades das relações e impactos dos PGVs nas áreas centrais, segundo o enfoque deste Caderno. Segundo (Kneib, 2008), são diversos os autores e trabalhos que procuram descrever e analisar as áreas centrais e as características relacionadas à centralidade. Dentre as diversas características, estas são agrupadas em quatro principais: *simbolismo*, *acessibilidade*, *relações e concentração de atividades*, e *valor do solo*.

Para o estudo de PGVs, merecem destaque as características *acessibilidade e relações e concentração de atividades*. A *acessibilidade*, seja a partir da infra-estrutura viária, seja a partir da existência de linhas de transporte coletivo, está extremamente relacionada à circulação e às viagens geradas, tão relevantes para o estudo dos PGVs. O item *relações e concentração de atividades* também é de extrema relevância para o estudo de PGVs, pois contém uma profunda relação com o número de viagens geradas e com a própria presença de pólos geradores. O estudo considera que em um subcentro urbano destacam-se as mesmas características de um centro urbano. Além disso, o estudo considera que os Polos Geradores de Viagens contribuem, em grande parte dos casos, para o surgimento ou consolidação destas centralidades, ressaltando mais uma vez a necessidade de considerar as especificidades das áreas centrais nos estudos de PGVs. Para maiores informações, consultar Kneib (2008).

3. Descrição e Caracterização dos Modelos Disponíveis Abrangentes

Segundo Portugal (1989), a determinação do número de vagas requerido num centro ou subcentro representa uma tarefa bastante difícil, pois é preciso dispor de uma base de dados adequada e suficiente.

Ainda de acordo com o mesmo autor, o problema é dominado pela dificuldade em se identificar os fatores que influenciam as necessidades de estacionamento e de que forma isso ocorre. Dentre esses fatores pode-se citar: a previsão de aumento da população e da frota de automóveis, a previsão do tipo e da intensidade de uso do solo, a atratividade após novas construções e sua relação com outras partes da cidade, a capacidade do

sistema viário de acesso à área central, a capacidade e a qualidade do transporte público, a proporção de viagens no período de pico, a ocupação média dos automóveis, o relacionamento entre a acumulação de pico do estacionamento e o total de usuários de estacionamento, o tempo de permanência, o uso do espaço e o nível de serviço do estacionamento, a escolha modal, a previsão de crescimento econômico e de mercado e a previsibilidade de uma política de estacionamento. No entanto, mesmo sabendo da complexidade, se podem fazer algumas simplificações e obter uma aproximação da realidade, chegando ao número de vagas indicado.

A literatura internacional não tem mostrado uma preocupação com este tema talvez por ele já não ser um problema prioritário nas cidades do primeiro mundo. Mas nas cidades da América Latina ele continua muito crítico, agravado pela falta de planejamento urbano e pelas deficiências de transporte público. Os estudos mais recentes têm como base abordagens cujo foco está na questão da redução de automóveis nas vias urbanas a partir de medidas como restrição de estacionamento e/ou aumento do seu preço (Litman, 2009).

3.1. Método relacionando necessidades de estacionamento com o total de viagens para a área central

Este método, desenvolvido nos Estados Unidos (Smith, 1965), relaciona as necessidades de estacionamento com o total de viagens feitas de carro para a área central ao longo do período comercial (Figura 1). Uma vez determinado este total de viagens, graficamente, através de curvas apropriadas, é possível identificar as necessidades de vagas, tanto no presente como no futuro, de acordo com a população prevista para o ano de projeto.

Estas curvas são baseadas na seguinte fórmula geral:

$$P = \frac{drsc}{oe} = \frac{(0,70)rsc}{(1,5)(0,85)} = 0,55 rsc \quad (1)$$

onde :

P - coeficiente de vagas de estacionamento.

d- proporção de viagens diárias para a área central feitas no período comercial (das 7:00 às 19:00 horas) = 0,70.

o - ocupação média dos automóveis = 1,5 pessoas/veículo.

e - eficiência no uso das vagas = 0,85.

r- proporção de usuários no pico em relação ao total diário (usualmente considerado como sendo 0,25 em cidades pequenas e mais de 0,40 em cidades grandes).

s - fator de sazonalidade do pico.

c- fator de ajustamento local para refletir a concentração de demanda no "coração" da área central.

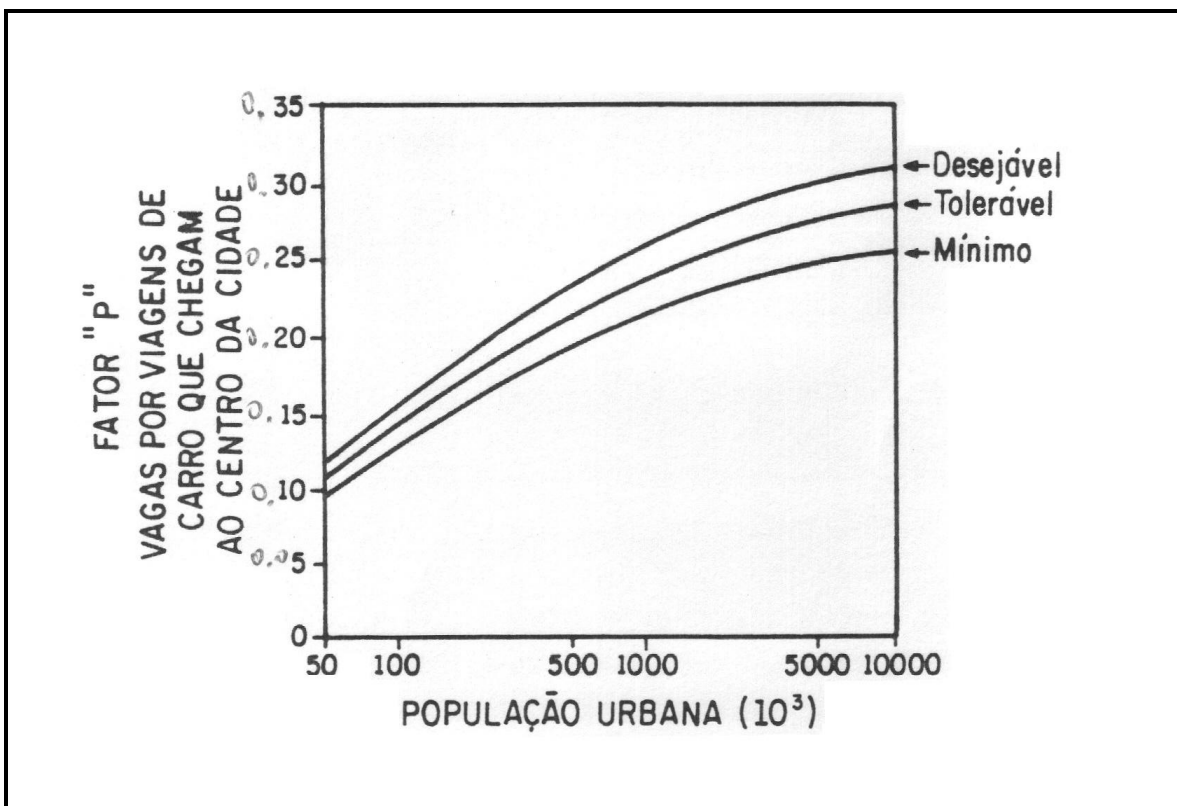


Figura 1: Gráfico População urbana x fator "p"

Na curva "desejável" assume-se que $s = c = 1,1$, já na curva "tolerável" assume-se $s = 1,0$ e $c = 1,1$, enquanto na curva "mínimo" $s = c = 1,0$.

Ao se usar a curva "desejável" significa que são atendidas as necessidades específicas do "coração" do centro da cidade e são consideradas as flutuações sazonais. O uso da curva

"tolerável" atende as necessidades de vagas em um dia de semana típico, dando alguma consideração à concentração da demanda no "coração" do centro, isto é: reconhecendo que certas vagas se encontram além de distâncias de caminhada aceitáveis. Já ao se usar a curva "mínimo", não se está levando em conta o fator de concentração da demanda (espacial e temporal).

A maneira de se utilizar às curvas é a seguinte:

- 1- Estima-se o total de pessoas que viajam para o centro da cidade ao longo do dia.
- 2 - Estima-se a percentagem das pessoas que viajam por automóvel.
- 3 - Calcula-se o volume diário de pessoas que viajam de carro (multiplicando-se 1 por 2).
- 4 - A partir da população urbana em consideração e da curva escolhida, estabelece-se o valor de P.
- 5 - Calculam-se então as necessidades de vagas de estacionamento para a área (multiplicando-se 3 por 4).
- 6 - Calculam-se as vagas adicionais requeridas através da comparação entre as necessidades e as vagas disponíveis.

3.2. Método Relacionando Necessidades de Estacionamento com a Capacidade do Sistema Viário Principal de Acesso

Este método procura relacionar as necessidades de vagas de estacionamento à capacidade de tráfego das principais vias arteriais com acesso à área central, durante o pico de chegada. O número de vagas é determinado subtraindo-se a quantidade de tráfego direto desta capacidade e (após deduzir um apropriado fator devido a utilização do espaço) então adicionar um adequado número extra de vagas para atender aos veículos entrando no centro da cidade depois do período de pico (O'Flaherty, 1972).

Uma variação deste método (Bentfeld, 1971) recomenda simplesmente que o número de vagas **N** requerido na área central é dado por :

$$N = \frac{2CK}{100} \quad (2)$$

Onde :

C - capacidade das principais vias de acesso à área central.

K - % da capacidade das vias de acesso que não é para o tráfego direto.

Já Christensen (Bendtsen, 1969) sugere uma abordagem similar, considerando, em vez da capacidade, o fluxo de automóveis destinados ao centro na hora de pico (F). E mais, introduzindo a interferência do tempo médio de permanência no estacionamento (b) e um fator de ajustamento local (k), conforme apresentado na equação 3.

$$N = bF + k \sqrt{bF} \quad (3)$$

3.3. Método Relacionando Necessidades de Estacionamento com o Tamanho da Área Urbana

Na medida em que o número de vagas ofertado na área central está diretamente relacionado com o tamanho da cidade, este método procura estabelecer relações entre as necessidades de vagas e indicadores que refletem o tamanho da cidade, tais como população e frota de veículos da área urbana.

Assim, aumentando-se a população da cidade, espera-se que seja necessário fornecer um maior número de vagas na área central. Um gráfico já foi elaborado apresentando algumas indicações desse relacionamento. Deve-se ressaltar que, pelos resultados alcançados, se observa que os padrões de fornecimento de vagas para as cidades americanas são bem superiores aos das cidades brasileiras (segundo a regressão linear mostrada e com base nos estudos de transportes realizados no Brasil e acessados neste trabalho) (Portugal, 1989).

Já o número de vagas fornecido para cada habitante da cidade tende a diminuir com o crescimento da população urbana. Segundo padrões americanos, as cidades de 100.000 habitantes têm aproximadamente duas vezes mais vagas per capita do que as de 500.000 habitantes.

No que diz respeito ao relacionamento entre as necessidades de vagas de estacionamento na área central e o número total de veículos registrados na cidade, tem-se que, no caso de cidades européias, é comum o fornecimento de uma vaga no centro da cidade para cada 5 a 8 veículos matriculados na área urbana (Portugal, 1989).

Em função da taxa de motorização de nossas cidades ser relativamente menor do que as encontradas nos Estados Unidos e em certos países europeus, esse indicador se aproxima mais das condições brasileiras do que aqueles que refletem a população urbana. Mesmo assim, torna-se necessária a aplicação de fatores de ajustamento a esses padrões.

Finalmente, ainda existe, nessa categoria, o método que relaciona o número de vagas por unidade de área do centro da cidade com a população urbana. Na medida em que aumenta a cidade, espera-se um maior número de vagas para uma mesma unidade de área (Portugal, 1980). Raras são as cidades apresentando mais do que 250 vagas/ha (hectare). Poucas têm mais que 100 vagas/ha e normalmente as cidades apresentam menos que 60 vagas/ha. Em média, o número de vagas/ha no centro de cidades européias é a metade do encontrado nos Estados Unidos (Institute of Transportation Engineers, 1982). Deve-se ressaltar que esse método pode captar as diferenças quanto ao tamanho da área central.

3.4. Método relacionando necessidades de estacionamento com o uso do solo da área central

Este método consiste em relacionar as necessidades de estacionamento com o tipo de uso do solo atual e/ou esperado para a área central. Para cada tipo de uso do solo são identificadas as necessidades de estacionamento, de acordo com as condições atuais de motorização ou com a sua evolução no futuro, ou seja, o número de vagas é determinado pela soma das estimativas de necessidades individuais de cada gerador de estacionamento dentro da área central.

Segundo Weant (1990), uma abordagem, com tais características, foi usada em várias comunidades, inclusive Burlington, Vermont; Providence, Rhode Island; e New Haven, Connecticut. Acumulação de pico de usuários, como obtido de estudos de estacionamento, é assumida para aproximar a demanda de estacionamento do centro da cidade agregada hora a hora. Esta demanda é alocada para as várias sub-áreas do

centro da cidade de acordo com a superfície com atividades sócio-econômica. Passos e requisitos dos dados básicos incluem:

1. Inventariar o local e número dos espaços de estacionamento existentes.
2. Observar o número de veículos estacionados a cada hora de 6 hs às 18 hs em um dia útil de semana típico.
3. Obter (ou estimar) emprego do centro da cidade e uso do solo para cada zona de análise. Onde existe uma população residencial significativa na área do centro da cidade, também estimar o número das unidades de habitação por zona de análise.
4. Estimar as proporções aproximadas das residências, usuários de longa e de curta duração. Os veículos estacionados acumulados às 6 da manhã podem ser assumidos para representar a demanda de estacionamento residencial. Os veículos acumulados às 10 da manhã, menos a metade daquela presente às 6 da manhã, podem ser assumidos para representar a demanda de estacionamento de longa duração. Os veículos acumulados durante a hora de maior ocupação representam a demanda pico do estacionamento na área de estudo. Os veículos acumulados neste momento, menos o presente de veículos acumulados às 10 da manhã, representam a demanda de estacionamento de curta duração.
5. Cada componente da acumulação de pico é alocado tendo como base o quarteirão e a proporção da demanda de estacionamento é função da intensidade do uso do solo de cada um deles.
6. O modelo pode ser definido como segue:

$$d_1 = \frac{A_1 e_i}{e} + \frac{A_s f_i}{f} + \frac{A_r r_i}{r} \quad (4)$$

Onde:

d_1 = demanda do projeto de estacionamento para zona i.

A_1 = acumulação de estacionamento de longa duração (acumulação observada às 10 hs menos a metade da acumulação verificada às 6 hs).

e_i = número de empregos na zona i.

e = número total de empregos na área de estudo.

A_s = acumulação de estacionamento de curta duração (acumulação máxima de veículos menos a acumulação observada às 10 hs).

f_i = áreas comercial, varejo, serviço, institucional, restaurante medidas na zona i.

f = áreas comercial, varejo, serviço, institucional, restaurante medidas em toda a área de estudo.

A_r = acumulação de estacionamento residente (observado às 6 hs).

r_i = unidades de habitação na zona i.

r = unidades de habitação totais na área de estudo.

O modelo aloca demanda de estacionamento para três categorias. O número de empregados em um quarteirão (ou zona) é usado para definir aquela porção da demanda de longa duração. As áreas comercial, varejo, serviço, institucional e restaurante são usadas para definir a porção da demanda de curta duração. Já o número das unidades de habitação é usado para definir a porção da demanda de estacionamento residencial que representar a população de estacionamento da noite.

3.5. Método Relacionando Necessidades de Estacionamento com a Demanda Atual

Este método assume que o número de vagas deve atender plenamente a demanda de estacionamento (atual ou futura).

A demanda de estacionamento pode ser considerada como equivalente apenas às viagens de automóvel que chegam (ou chegarão) à área central.

A demanda atual pode ser obtida através de pesquisas de acumulação, contando-se todos os veículos que entram e que saem de cada via que cruza o limite da área central, em intervalos regulares de tempo, e somando-os ao total de veículos que já se encontravam na área quando do início da pesquisa. Isto, portanto, fornece a acumulação de veículos, que representa a soma de veículos estacionados e em movimento na área, ao longo do dia. Isso é um indicador de necessidades de estacionamento que deve corresponder ao período de máxima acumulação.

Quanto às necessidades futuras, elas podem ser obtidas através de extrapolações ou analogias da situação atual. Assim, por exemplo, pode-se assumir que existe uma relação entre o número total de veículos registrados na cidade e o número de vagas necessário para atender a demanda durante o período de pico. Essa relação, multiplicada pelo número

de veículos estimado para o ano de projeto, fornece as necessidades de estacionamento para o futuro.

3.6. Método Misto

Este método, proposto por Olszewski (1987), estabelece as necessidades de estacionamento tendo como base a acumulação máxima, que aqui é determinada através de relações com as características de uso do solo e de viagens à área central.

Assim, a acumulação máxima de estacionamento (A) é dada pela seguinte equação:

$$A = A_r + A_t + A_o = 0,001 c_r R m_r + H_t m_t + H_o m_o \quad (5)$$

Onde :

A_r - acumulação de carros de residentes durante o período de pico.

A_t , A_o - acumulação relacionada às viagens a trabalho e a outras viagens, respectivamente;

R - número de residentes na área central.

c_r - índice de propriedade de carros por parte dos residentes da área (número de r carros/1000 habitantes).

m_r , m_t , m_o - relação acumulação/volume diário para residentes (r), viagens a trabalho (t) e outras viagens (o), respectivamente.

H_t , H_o - volume diário de viagens por veículos a trabalho e por outros propósitos, respectivamente, com destino à área central.

Sendo que os volumes de viagens diárias por veículos são dadas por :

$$H_t = \frac{T_t}{n_t} \times S_t \quad (6)$$

$$H_o = \frac{T_o}{n_t} \times S_o \quad (7)$$

Onde :

T_t, T_o - total de pessoas viajando diariamente a trabalho e com outros propósitos, respectivamente, para a área central.

n_t, n_o - taxa de ocupação veicular para viagens a trabalho e com outros propósitos, respectivamente.

s_t, s_o - parcela das viagens a trabalho e com outros propósitos, respectivamente, realizadas por automóvel.

sendo que tais parcelas são dadas pelas seguintes equações :

$$S_t = \vartheta n_t \frac{c}{z} \quad e \quad S_o = \& . c \quad (8)$$

onde :

c - índice de propriedade de automóveis (veículos/1000 habitantes).

z - empregos/1000 habitantes.

ϑ - taxa de utilização dos automóveis para as viagens a trabalho,

$0 < \vartheta < 1$ dependendo das condições de tráfego e de estacionamento;

$\&$ - constante.

A acumulação máxima usualmente ocorre em torno do meio-dia (Olszewski,1987; Szwarcfiter, 1984), portanto, é esse o período de referência e não os de picos individuais para as diferentes classes de usuários (por exemplo, o dos residentes deveria ser a noite).

Alguns dos parâmetros adotados nesse método (como o ϑ e o $\&$) permitem incorporar, por exemplo, o efeito do congestionamento na escolha modal e conseqüentemente no nível de necessidade de estacionamento.

3.7. Método de Alocação do Tráfego

O carregamento da rede viária é estabelecido usualmente através do último sub-modelo do modelo de quatro etapas, como parte de um processo em equilíbrio. Dessa forma, o sub-modelo de alocação fornece, para números fixos de viagens entre pares de origem-destino, os carregamentos e os respectivos níveis de serviço dos arcos da rede, por meio de procedimentos (desejavelmente dinâmicos e interativos) que procuram representar a tomada de decisão dos usuários no que se refere à escolha de itinerários (Baginski,1989). Essa abordagem geralmente se dá por meio de procedimentos exógenos e simplificados na alocação e, em certos casos, utilizando-se de técnicas de simulação para otimizar o desempenho do tráfego através de dispositivos de controle e técnicas de remanejamento de tráfego. Ou então, o que é mais freqüente, através de formulações matemáticas representando o processo de escolha de itinerários por parte dos usuários (normalmente considerados nesta modelagem como seres racionais). Estas formulações geralmente utilizam programações de fluxo em redes, especificamente as referentes aos problemas de caminho mínimo (Baginski,1989).

Essas abordagens, que estabelecem, em condições de equilíbrio de curto prazo, a interação entre a demanda e a oferta, são mais completas e realistas, entretanto, por serem mais sofisticadas, exigem recursos nem sempre disponíveis pelos órgãos de trânsito, especialmente os de países em desenvolvimento, como é o caso brasileiro. Também, os princípios e hipóteses que norteiam a reprodução do processo de decisão dos usuários têm sido questionados em vários trabalhos, o que é ainda mais sério em nosso país, na medida em que a quase totalidade dos modelos existentes foram desenvolvidos nos E.U.A. e na Europa, retratando condições de tráfego e comportamento dos usuários bem diferentes das encontradas no Brasil.

Alguns modelos de alocação mais recentemente desenvolvidos consideram a interação entre a oferta de estacionamento (por tipo e localização, por exemplo) e a alocação do tráfego na rede viária (Gur e Beimboarn,1984).

Esses modelos podem ser úteis para testar diferentes opções de políticas de estacionamento na área central ou em qualquer outra área da cidade.

A rede de vias e de estacionamento é usualmente definida em termos de vértices e arcos. Os arcos podem ser categorizados de acordo com a classificação funcional do trecho viário, o tipo de operação (mão dupla e mão única) e o nível de permissão do estacionamento (proibido, permitido de um lado da via e permitido de ambos os lados). Ainda, podem existir arcos "artificiais" para captar certas características especiais do estacionamento, como as referentes à procura de vaga, ao estacionamento (na e fora da via, legal e ilegal) e à caminhada entre os locais de estacionamento e destino da viagem.

3.8. Método de Atividades nos Estacionamentos

O problema para determinar os níveis dos estacionamentos em cada uma das sub-áreas nas quais o centro urbano pode ser dividido, pode ser equacionado com a aplicação de diferentes critérios correspondendo à diferentes capacidades de estacionamento por unidade ou superfície de área. No caso de uma zona residencial compacta, um critério a ser observado é a conservação da atividade sócio-econômica desejada garantindo a qualidade do nível de atendimento dos seus residentes. A fim de manter estes padrões, é aconselhável que os estacionamentos sejam controlados em grande parte pelas autoridades públicas a fim de ser capaz de influenciar a maneira nas quais estas facilidades sejam usadas, tanto na duração do estacionamento quanto na intenção de viagem envolvidas.

Um estudo feito em Viena (Swanson, 1994) sugere que em um certo nível de oferta de estacionamento (relacionado ao número de habitações e por metro quadrado de escritórios e comércio), um decréscimo na população e na atividade de negócios do centro da cidade pode ser observado. Aplicando este critério, um número mínimo de vagas por hectare pode ser estabelecido para manter o nível de atividade desejável. Isto corresponde a experiência atual nas cidades dos Estados Unidos, ao menos até os anos 70. As vagas estimadas são de 30 a 60 por cento maiores do que as encontradas nas cidades européias.

O segundo critério deveria ser o acesso para uma dada zona, em particular aquele destinado aos carros de passeio. Cada área ou sub-área tem uma capacidade de acesso na qual é fisicamente limitada pela estrutura viária. É óbvio que sob nenhuma circunstância a capacidade do estacionamento deve ser estabelecida pelo fato de que em

algumas horas poderia resultar em uma sobrecarga da capacidade do acesso na hora de pico ou da malha viária interna da área envolvida. De acordo com este segundo critério, alguns níveis máximos das facilidades dos estacionamentos por habitante são necessários. Estas configurações correspondem a experiência atual nas cidades européias.

O terceiro critério daria uma maior prioridade ao ambiente, reduzindo o nível de tráfego com o objetivo de melhorar as condições ambientais da área e adjacências. Este terceiro critério daria origem a uma taxa de vagas por hectare menor do que aquelas mencionadas para o segundo critério. Até aqui, a maioria dos centros das cidades tem uma oferta de vagas superior do que a permitida por este terceiro critério.

Conseqüentemente, se fosse possível, em uma maneira simples, estabelecer configurações como funções com certos parâmetros, de acordo com os três critérios mencionados anteriormente, opções objetivas poderiam ser dadas às autoridades públicas responsáveis pela tomada de decisões nas políticas de transporte e estacionamento. Normalmente, em todos os casos, as configurações adotadas deveriam ser limitadas pelos resultados do primeiro critério, considerado como o mais apropriado para o uso de carros de passeio, e pelos resultados do terceiro critério, para os quais as menores configurações correspondem. Isto pode ser possível, entretanto, em alguns casos os dois pontos de vista não levariam a resultados muito diferentes.

O Índice de Atividade dos Estacionamentos (IAE) é determinado pelas seguintes relações:

$$IAE = \frac{\text{Taxa de rotatividade}}{\text{Média de Duração}} \times (\text{Ocupação Média}) \quad (9)$$

Onde:

Rotatividade = Número de diferentes veículos que usam as vagas dentro de uma unidade de análise específica para o estacionamento (i.e. quarteirão, instalação etc.);

Duração Média = A medida de quanto tempo os motoristas ficam em uma determinada vaga – em horas ou períodos;

Ocupação Média = Estimativa do período em que as vagas são ocupadas no período

em estudo – geralmente expressa em porcentagem, porém, usada na forma decimal equivalente nas equações.

Como o exemplo, considerando-se que numa pesquisa de 8 horas na área central, existe uma média de 8 veículos estacionados em cada vaga dentro do quarteirão, cada um permanecendo uma média de 48 minutos (0.8 horas) e a média de ocupação é de 85 por cento, então o valor do índice seria:

$$IAE = \frac{0,8}{0,8} \times 0,8 = 8,5$$

3.9. Método de Padrões de Estacionamento

Esse estudo foi desenvolvido pelo *London Planning Advisory Committee* (LPAC, 1994), nos anos 90 do século passado, que são vistos como os de maior crescimento, no consenso entre as autoridades locais e os governos centrais. Este reconhecimento veio por causa da previsão do crescimento do tráfego e através da previsão de custos para atender esta grande demanda. Ao mesmo tempo, uma nova consciência e uma preocupação com os impactos ambientais por causa do contínuo crescimento do tráfego, aumentou a necessidade de debates sobre o tema. Em Londres, por exemplo, o *Department of Transport* previu um alto crescimento na taxa de compra de veículos (42% nas adjacências de Londres e 25% dentro de Londres) entre 1986 e 2011, e a milhagem dos carros foi prevista em aumentar em 30%. O maior desafio para os responsáveis pelo planejamento do transporte em Londres era a maneira na qual as restrições de tráfego poderiam ser implementadas efetivamente sem afetar o acesso e as necessidades de movimentação numa cidade tão desenvolvida e atrativa como Londres.

O LPAC é um órgão regulamentador, estabelecido em 1986 seguindo as normas do *Greater London Council* para assessorar os governos centrais e locais sobre os planejamentos estratégicos em transporte que afetam Londres. As restrições de tráfego vêm sendo, a princípio, um elemento chave para as estratégias de transporte do LPAC para Londres, tendo o controle de estacionamentos e a avaliação das vias como os principais meios para o alcance de tais metas. Com respeito ao controle dos estacionamentos, o LPAC recomendou aos distritos de Londres: “desenvolver o controle

dos estacionamentos e os planos de oferta; planejar as políticas do uso do solo, incluindo os padrões de estacionamentos para reduzir a quantidade de estacionamentos não residenciais e trazer uma grande proporção das vagas para o controle distrital". Subseqüentemente, no desenvolvimento das estratégias de transporte, o LPAC tem dado uma grande ênfase na necessidade dos Planejamentos Distritais estabelecerem a maneira na qual a oferta e demanda dos estacionamentos irão ser gerenciadas dentro do contexto das viagens e das possíveis restrições.

O padrão de controle dos estacionamentos é uma ferramenta muito útil nas restrições do tráfego por muitas razões. É um grande mecanismo que está disponível e sua efetividade tem sido demonstrada na abrangência do crescimento do tráfego no centro de Londres; isto pode ser aplicado de uma maneira relativamente rápida, através do seu impacto cumulativo sobre um grande período de tempo; e o seu mecanismo atual é mais adequado às condições de Londres do que a maioria dos outros mecanismos de restrição tais como a avaliação das vias.

Os resultados iniciais são animadores, com aproximadamente metade dos distritos de Londres tendo concordado em adquirir o ACCESS, a experiência fornecerá dados de entrada valiosos para o desenvolvimento de uma boa metodologia para uma grande aplicação em Londres.

Entretanto, verifica-se que três importantes requisitos para a adoção de padrões mais restritos são:

- o transporte público deveria melhorar de uma maneira geral e específica para o desenvolvimento das propostas aqui implantadas;
- as propostas devem ser aplicadas nos distritos e além dos limites dos mesmos;
- o Departamento do Meio Ambiente e a Inspeção de Planejamento devem apoiar as autoridades locais neste respeito.

Em termos gerais, a determinação dos padrões de estacionamentos e as políticas complementares que podem permitir as suas implementações, ainda envolvem muito trabalho a ser feito pelos governos centrais e locais.

4. Descrição e Caracterização dos Modelos Específicos Disponíveis

Os oito estudos iniciais foram efetuados no “Parking Generation” do ITE (2004). São eles: Veículos Leves sobre Trilhos (VLT), Escolas de Segundo Grau (High School), Centros Universitários, Hospital, Condomínios de Escritórios, Supermercados, Caixas eletrônicas acessadas do Carro (Drive-in-Bank) e Restaurantes. Nos estudos seguintes serão identificadas as respectivas fontes, definições e resultados. São eles: Centros de Negócios e Parques Tecnológicos em Cingapura, Shopping Centers em Cingapura, tipos de usos do solo na Jordânia, shopping centers no Brasil e estádios esportivos.

4.1. Estações de veículos leves sobre trilhos (VLT)

Estações de veículos leves sobre trilhos (VLT) são locais de transbordo (park-and-ride). Essas estações têm como objetivo transferir pessoas de automóveis particulares para essa modalidade coletiva.

A variável explicativa: é o número de embarques diários.

Dimensão espacial: estações localizadas em áreas urbanas

Dimensão temporal: período da manhã

Padrão de viagens: dias da semana e horário do pico

➤ Equação: $P = 66.2 X - 21$ e $R^2 = 0.64$ (10)

onde: P é o número de veículos estacionados;

X é o número de embarques diários.

➤ Dias da semana

Tabela 1: Resumo do estudo

| Estatística | Demanda no período de pico |
|--------------------------|--|
| Período de pico | 11:00 – 12:00 |
| Número de estudos | 10 |
| Amostra média | 1.800 embarques diários |
| Demanda média | 58 veículos/1000 embarques diários |
| Desvio padrão | 10 |
| Coefficiente de variação | 53% |
| Domínio | 20-109 veículos/1000 embarques diários |
| 85th | 94 veículos/1000 embarques diários |
| 33rd | 39 veículos/1000 embarques diários |

4.2. Escolas de segundo grau (high school)

Variável explicativa: número de estudantes matriculados

Dimensão espacial: localizadas em áreas urbanas.

Padrão de viagens:

- $P = 0.19X + 69$ e $R^2 = 0.90$ (11)
onde: P é o número de veículos estacionados;
X é o número de estudantes matriculados.
- Dias da semana

Tabela 2: Resumo do estudo

| Estatística | Demanda no período de pico |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Período de pico | 11:00 – 14:00 |
| Número de estudos | 3 |
| Amostra média | 1.700 estudantes |
| Demanda média | 0.09 veículos/estudante |
| Desvio padrão | 0.06 |
| Coefficiente de variação | 66% |
| Domínio | 0.03 – 0.15 veículos/estudante |
| 85th | 0.13 veículos/estudante |
| 33rd | 0.06 veículos/estudante |

4.3. Centros universitários (University/College)

Variável explicativa: comunidade universitária

Dimensão espacial: localizadas em áreas urbanas

Padrão de viagens:

➤ $P = 0,34 X - 300$ e $R^2 = 0,99$ (12)

onde: P é o número de veículos estacionados;

X é o número de pessoas que freqüentam o local.

➤ Dias da semana

Tabela 3: Resumo do estudo

| Estatística | Demanda no período de pico |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Período de pico | 10:00 – 11:00 |
| Número de estudos | 3 |
| Amostra média | 13.600 pessoas (população) |
| Demanda média | 0,17 veículos/população |
| Desvio padrão | 0,03 |
| Coefficiente de variação | 15% |
| Domínio | 0,14-0,19 veículos/população |
| 85th | 0,19 veículos/população |
| 33rd | 0,17 veículos/população |

4.4. Hospital

Variável explicativa: número de empregados

Dimensão espacial: localizadas em áreas urbanas

Padrão de viagens:

➤ $P = 0,68 X + 320$ (13)

onde: P é o número de veículos estacionados

X é o número de empregados.

➤ Dias da semana

Tabela 4: Resumo do estudo

| Estatística | Demanda no período de pico |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Período de pico | 9:00 – 16:00 |
| Número de estudos | 16 |
| Amostra média | 2.400 empregados |
| Demanda média | 0,60 veículos/ empregado |
| Desvio padrão | 0,21 |
| Coefficiente de variação | 34% |
| Domínio | 0,34-0,96 veículos/ empregado |
| 85th | 0,83 veículos/ empregado |
| 33rd | 0,48 veículos/empregado |

4.5. Condomínios de escritórios

Variável explicativa: 1.000 feet² área bruta construída (92,903 m²)

Dimensão espacial: localizadas em áreas urbanas

Padrão de viagens:

$$\text{➤ } P = 0,73 X + 108 \text{ e } R^2 = 0,73 \quad (14)$$

onde: P é o número de veículos estacionados;

X é 1.000 feet² de área bruta construída (92,903 m²).

➤ Dias da semana

Tabela 5: Resumo do estudo

| Estatística | Demanda no período de pico |
|--------------------------|--|
| Período de pico | 9:00 – 16:00 |
| Número de estudos | 12 |
| Amostra média | 250.000 feet ² de área bruta construída (23225,75 m ²). |
| Demanda média | 2,40 veículos/1.000 feet ² área bruta construída |
| Desvio padrão | 0,63 |
| Coefficiente de variação | 26% |
| Domínio | 1,46-3,43 veículos/1.000 feet ² área bruta construída |
| 85th | 2,97 veículos/1.000 feet ² área bruta construída |
| 33rd | 2,12 veículos/1.000 feet ² área bruta construída |

Variável explicativa: empregados

Dimensão espacial: localizadas em áreas urbanas

Padrão de viagens:

- $P = 0,84 X - 10$ e $R^2 = 0,91$ (15)
onde: P é o número de veículos estacionados;
X é número de empregados.
- Dias da semana

Tabela 6: Resumo do estudo

| Estatística | Demanda no período de pico |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Período de pico | 9:00 – 12:00; 14:00 – 16:00 |
| Número de estudos | 58 |
| Amostra média | 440 empregados. |
| Demanda média | 0,83 veículos/empregado |
| Desvio padrão | 0,16 |
| Coefficiente de variação | 19% |
| Intervalo de confiança | 0,79 – 0,87 veículos/empregado |
| Domínio | 0,52-1,35 veículos/empregado |
| 85th | 0,98 veículos/empregado |
| 33rd | 0,76 veículos/empregado |

4.6. Supermercados

Variável explicativa: 1.000 feet² área bruta construída (92,903 m²)

Dimensão espacial: localizadas em áreas urbanas

Padrão de viagens:

- $P = 2,95X - 15$ e $R^2 = 0,72$ (16)
onde: P é o número de veículos estacionados
X é 1.000 feet² de área bruta construída (92,903 m²)
- Dias da semana

Tabela 7: Resumo do estudo

| Estatística | Demanda no período de pico |
|-------------------------|---|
| Período de pico | 13:00 – 14:00; 15:00 – 18:00 |
| Número de estudos | 8 |
| Amostra média | 27.100 feet ² de área bruta construída (2517,67m ²). |
| Demanda média | 2,27 veículos/1.000 feet ² área bruta construída |
| Desvio padrão | 0,90 |
| Coeficiente de variação | 40% |
| Domínio | 0,76-3,74 veículos/1.000 feet ² área bruta construída |
| 85th | 2,83 veículos/1.000 feet ² área bruta construída |
| 33rd | 1,87 veículos/1.000 feet ² área bruta construída |

4.7. Caixas eletrônicos acessados do carro

Bancos com caixas eletrônicos permitem aos motoristas efetuarem operações de seus veículos; muitos deles estão alocados dentro de edifícios.

Variável explicativa: 1.000 feet² área bruta construída (92,903 m²)

Dimensão espacial: localizadas em áreas urbanas

Padrão de viagens:

- $P = 2,48 X + 1$ e $R^2 = 0,64$ (17)
 onde: P é o número de veículos estacionados;
 X é 1.000 feet² de área bruta construída (92,903 m²).
- Dias da semana

Tabela 8: Resumo do estudo

| Estatística | Demanda no período de pico |
|----------------------------|--|
| Período de pico | Indefinido |
| Número de estudos | 49 |
| Amostra média | 9.200 feet ² de área bruta construída (854,76 m ²). |
| Demanda média | 2,76 veículos/1.000 feet ² área bruta construída |
| Desvio padrão | 1,41 |
| Coeficiente de variação | 51% |
| 95% Intervalo de confiança | 2,37-3,15 veículos/1.000 feet ² área bruta construída |
| Domínio | 0,58-7,45 veículos/1.000 feet ² área bruta construída |
| 85th | 4,14 veículos/1.000 feet ² área bruta construída |
| 33rd | 1,96 veículos/1.000 feet ² área bruta construída |

Variável explicativa: número de empregados

Dimensão espacial: localizadas em áreas urbanas

Padrão de viagens:

- $P = 1,10 X$ e $R^2 = 0,92$ (18)
onde: P é o número de veículos estacionados;
X é o número de empregados.
- Dias da semana

Tabela 9: Resumo do estudo

| Estatística | Demanda no período de pico |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Período de pico | Indefinido |
| Número de estudos | 7 |
| Amostra média | 55 empregados |
| Demanda média | 1,33 veículos/empregado |
| Desvio padrão | 0,86 |
| Coefficiente de variação | 65% |
| Domínio | 0,57-3,17 veículos/ empregado |
| 85th | 1,60 veículos/empregado |
| 33rd | 0,95 veículos/ empregado |

4.8. Restaurantes de comida rápida (sentado)

Variável explicativa: 1.000 feet² área bruta construída (92,903 m²)

Dimensão espacial: localizadas em áreas urbanas

Padrão de viagens:

- Dias da semana

Tabela 10: Resumo do estudo

| Estatística | Demanda no período de pico |
|--------------------------|--|
| Período de pico | 11:00 – 13:00; 16:00 – 18:00 |
| Número de estudos | 10 |
| Amostra média | 3.200 feet ² de área bruta construída (89,703 m ²). |
| Demanda média | 5,55 veículos/1.000 feet ² área bruta construída |
| Desvio padrão | 2,69 |
| Coefficiente de variação | 48% |
| Domínio | 3,13-12,41 veículos/1.000 feet ² área bruta construída |
| 85th | 6,37 veículos/1.000 feet ² área bruta construída |
| 33rd | 3,86 veículos/1.000 feet ² área bruta construída |

4.9. Centro de Negócios e Parques Tecnológicos em Cingapura

Esse foi elaborado por Fan (2004) e se propõe a estimar as viagens geradas por centros de negócios e parques tecnológicos, considerando as condições e particularidades de Cingapura. É apresentada, também, uma avaliação dos dois métodos utilizados: taxa média de estacionamento e regressão linear.

Padrão dos PGTs:

- Tipo: Centro de Negócios e Parques Tecnológicos
- Porte: resumido na tabela 11.

Tabela 11: Síntese do porte

| Número dos Locais | Área construída (m²) | | Ocupação (%) | Vagas | Demanda de vagas no pico |
|--------------------------|--|----------------------|---------------------|--------------|---------------------------------|
| | Bruta (ABC) | Locável (ABL) | | | |
| Local 1 | 14,860 | 10,809 | 93,0 | 93 | 104 |
| Local 2 | 26,860 | 19,189 | 100,0 | 238 | 207 |
| Local 3 | 24,393 | 20,950 | 98,0 | 137 | 130 |
| Local 4 | 28,382 | 23,459 | 93,5 | 166 | 181 |
| Local 5 | 38,475 | 25,401 | 91,8 | 379 | 236 |
| Local 6 | 4,468 | 3,036 | 96,4 | 182 | 33 |
| Local 7 | 24,540 | 16,863 | 87,8 | 189 | 101 |
| Local 8 | 23,977 | 17,140 | 87,0 | 224 | 157 |

Padrão de viagens:

- Distribuição modal: 87,8% carros, 6,5% motocicletas e 5,7% não motorizadas.
- Modelo ABC: $P = 2,51 + 0,65 X$ e $R^2 = 0,86$. (19)

onde: P é o número de veículos estacionados.

X é a área bruta construída.

- Modelo ABL: $P = 10,3 + 0,83 X$ e $R^2 = 0,77$ (20)

onde: P é o número de veículos estacionados

X é a área bruta locável.

Dimensão espacial: localizadas em áreas urbanas

Dimensão temporal:

- Dois ou três dias típicos da semana, de acordo com o local de estudo.
- Hora do pico desconhecida e, assim, foi considerado 8:00 – 24:00

Dimensão metodológica:

- Variáveis explicativas: 100 m² área bruta construída ou área bruta locável.

Tabela 12: Resumo do estudo

| Estatística | Usando ABC | Usando ABL |
|-------------------------------------|------------|------------|
| Taxa média/100 m ² | 0,68 | 0,93 |
| Desvio padrão | 0,12 | 0,19 |
| Coefficiente de variação | 0,17 | 0,21 |
| Domínio | 0,47-0,79 | 0,63-1,13 |
| 95% inferior do limite de confiança | 0,77 | 1,09 |
| 95% superior do limite de confiança | 0,58 | 0,77 |

Tabela 13: Comparação com outros estudos

| Estudo | Método de estimação | Taxa de geração de vagas | |
|----------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | (vagas/100m ² ABC) | (vagas/100m ² ABL) |
| ITE | Taxa média | 2,71 | --- |
| | Regressão | 2,78 | --- |
| Urban Land Institute | Taxa média | --- | 1,52 |
| Cingapura * | Desconhecido | 0,50 | --- |
| Esse estudo | Taxa média | 0,68 | 0,93 |
| | Regressão | 0,65 | 0,83 |

Legislação de estacionamentos (1995) para escritórios no centro da cidade

4.10. Shoppings Centers em Cingapura

Esse estudo foi realizado por Fan (1997). Os usos de solos de tipo comercial utilizado seguem a classificação do ITE (1987). Um total de 13 locais foi escolhido dentre os pesquisados. Todos eles são servidos pela maior via arterial, onde trafegam os modos rodoviários e os ônibus públicos. Sete estão localizados na Área Central (CDB) de Cingapura.

Padrão dos PGTs:

- Tipo: Centros Comerciais
- Porte: resumido na tabela14.

Tabela 14: Resumo do porte dos estudos

| Locais | Área construída (m ²) | | Ocupação (%) | Porcentagem de uso comercial (%) | Vagas para automóveis | Pico da demanda por vagas |
|--|-----------------------------------|---------|--------------|----------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| | Bruta | Locável | | | | |
| No interior da Área Central (CDB) | | | | | | |
| Local 1 | 21,627 | 17,332 | 95 | 89,2 | 350 | 250 |
| Local 2 | 30,650 | 13,886 | 97 | 65,1 | 230 | 142 |
| Local 3 | 29,398 | 23,912 | 98 | 92,2 | 312 | 332 |
| Local 4 | 35,790 | 20,492 | 96 | 98,8 | 258 | 262 |
| Local 5 | 61,705 | 47,178 | 100 | 100 | 706 | 714 |
| Local 6 | 20,998 | 14,735 | 93 | 63,6 | 156 | 165 |
| Local 7 | 42,495 | 27,493 | 98 | 97,2 | 338 | 265 |
| Fora da Área Central (CDB) | | | | | | |
| Local 8 | 94,652 | 64,000 | 100 | 75,1 | 1.343 | 1.101 |
| Local 9 | 31,943 | 22,093 | 100 | 100 | 400 | 500 |
| Local 10 | 8,237 | 6,846 | 97 | 92,3 | 77 | 91 |
| Local 11 | 9,853 | 7,935 | 100 | 87,3 | 167 | 138 |
| Local 12 | 3,665 | 3,213 | 100 | 100 | 63 | 86 |
| Local 13 | 12,577 | 6,099 | 100 | 94,8 | 118 | 137 |

Padrão de viagens:

➤ Modelo ABC: $P = 32,8 + 11,55 X - 128,9Y$ e $R^2 = 0,92$. (21)

onde: P é o número de veículos estacionados.

X é a área bruta construída.

Y é a variável “dummy”, ele assume o valor “1” se o local está dentro da Área Central (CBD) e “0” se está fora da Área Central (CBD).

➤ Modelo ABL: $P = 31,3 + 16,93X - 126,1Y$ e $R^2 = 0,97$ (22)

onde: P é o número de veículos estacionados

X é a área bruta locável.

Y é a variável “dummy”, ele assume o valor “1” se o local está dentro da Área Central (CBD) e “0” se está fora da Área Central (CBD).

Dimensão espacial: localizadas em áreas urbanas

Dimensão temporal:

- Todos os dias da semana
- Hora do pico: 12:30 h– 15:30 h nos sábados em 50% dos locais pesquisados e 14:00h - 17:00h nos outros locais restantes.

Dimensão metodológica

- Variáveis explicativas: 1.000 m² de área bruta construída ou área bruta locável.
- Geração das taxas média de demanda: a tabela 15 resume os resultados obtidos na aplicação desse método.

Tabela 15: Resumo da taxas médias geradas

| Localização | Tamanho da amostra | Média | Desvio padrão | Coeficiente de variação | 95% Intervalo de confiança. | |
|--|--------------------|-------|---------------|-------------------------|-----------------------------|----------|
| | | | | | Inferior | Superior |
| Espaço por 1.000 m² de área bruta construída | | | | | | |
| Interior da Área entral | 7 | 8,6 | 2,6 | 0,30 | 10,6 | 6,6 |
| Fora da Área Central | 6 | 14,5 | 4,4 | 0,30 | 18,0 | 11,0 |
| Outros | 13 | 11,3 | 3,9 | 0,34 | 13,4 | 9,2 |
| Espaço por 1.000 m² de área bruta locável | | | | | | |
| Interior da Área Central | 7 | 12,5 | 2,0 | 0,16 | 13,9 | 11,0 |
| Fora da Área Central | 6 | 20,0 | 4,4 | 0,22 | 23,5 | 16,4 |
| Outros | 13 | 15,9 | 3,6 | 0,23 | 13,9 | 17,9 |

- Análise de Regressão: As figuras 3 e 4 mostram os gráficos e a tabela 16 mostra a comparação com outros estudos.
- Comparação com outros estudos: a tabela 16 mostra os resultados

Tabela 16: Comparação com outros estudos

| Estudo | Método de estimação | Taxa de geração de vagas (espaços/1.000 m ² de ABC | |
|-----------------|---------------------|---|----------------------|
| | | Interior da Área Central | Fora da Área Central |
| ITE | - | 33,4 | 33,4 |
| U. L. Institute | - | 33,4 - 43,0 | 33,4 – 33,4 |
| Singapore | Regressão | 8,1 | 11,6 |
| Singapore | Taxa média | 8,6 | 14,5 |

- Comparação entre os métodos de estimação usados: no estudo do erro foi utilizada a raiz do erro médio quadrático; a tabela 17 dos erros.

Tabela 17: Comparação dos erros

| Método de estimação | Raiz do erro médio quadrático | |
|---------------------|-------------------------------|------|
| | Usando ABC | ABL |
| Taxa média | 107,3 | 69,8 |
| Regressão | 75,3 | 46,1 |

4.11. Demanda por vagas em estacionamentos em tipos de uso do solo na Jordânia

No estudo elaborado por Hashem et al (1999), foram selecionados 208 locais com diferentes tipos de uso do solo e de acordo com seguintes critérios: possuir um local exclusivo para estacionamento; os locais de um determinado tipo de uso do solo podem estar situados em áreas distintas da Região Metropolitana; e cada local de estacionamento é compatível com o porte do tipo de uso do solo.

A tabela 18 mostra o período de tempo do pico da demanda para cada tipo de uso do solo, a tabela 19 indica as variáveis explicativas e a tabela 20 relaciona os coeficientes da correlação linear entre o pico de demanda por vagas e o tipo de uso do solo.

Tabela 18: Período do pico para cada tipo de uso do solo

| Tipo de uso do solo | Hora do pico |
|-----------------------------|---------------|
| Hospital | 8 – 9 |
| Condomínios de escritórios | 7:45 – 8:45 |
| Hotel | 19 – 20 |
| Condomínios de apartamentos | 14:30 – 15:30 |
| Restaurantes | 14 – 15 |
| Shopping center | 14 – 15 |

Tabela 19: Características estatísticas dos dados (N=número de locais)

| Tipo de uso do solo | N | Variável | Média | Desvio padrão | Domínio | |
|------------------------------------|----|------------------------|-------|---------------|---------|--------|
| | | | | | Mínimo | Máximo |
| Hospital | 53 | Demanda | 32 | 21,83 | 8 | 97 |
| | | Camas | 99 | 118,93 | 15 | 702 |
| Condomínios de Escritórios | 42 | Demanda | 55 | 23,0 | 13 | 94 |
| | | N. Escritórios | 189 | 156,28 | 45 | 840 |
| | | Área (m ²) | 4.058 | 3.353,6 | 900 | 18.000 |
| Hotéis | 40 | Demanda | 47 | 28,82 | 11 | 97 |
| | | Camas | 214 | 153,27 | 14 | 586 |
| | | Quartos | 122 | 95,2 | 10 | 354 |
| Condomínios de apartamentos | 35 | Demanda | 31 | 19,96 | 1 | 76 |
| | | Unidade de moradores | 50 | 34,16 | 4 | 168 |
| Restaurantes | 21 | Demanda | | | | |
| | | Área interna | 22 | 7,83 | 7 | 43 |
| | | Área externa | 500 | 2212,92 | 250 | 1.000 |
| | | Mesas internas | 986 | 1.038,89 | 0,0 | 3.000 |
| | | Mesas externas | 202 | 88,68 | 98,0 | 338 |
| | | Mesas externas | 213 | 194,69 | 0,0 | 594 |
| | | Total de mesas | 415 | 194,06 | 126 | 924 |
| Shopping centers | 17 | Demanda | 46 | 16,96 | 19 | 77 |
| | | Área (m ²) | 2.317 | 1.944,27 | 398,0 | 6.000 |

Tabela 20: Coeficientes de correlação (r=coef. correlação e α =nível de significância)

| Variável | Tipo de uso do solo | | | | | |
|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | Hospital | Cond. Escritórios | Hotéis | Cond. Apartamentos | Restaurantes | Shopping centers |
| Área interna (m ²) | | r=0,639 α =0,0001 | | | r=0,095 α =0,682 | r=0,70 α =0,0018 |
| Área externa (m ²) | | | | | r=0,723 α =0,0002 | |
| Unidade moradores | | | | r=0,951 α =0,0001 | | |
| Camas | r= 0,828 α =0,0001 | | r=0,8112 α =0,0001 | | | |
| Quartos | | | r=0,845 α =0,0001 | | | |
| Mesas internas | | | | | r=0,278 α =0,222 | |
| Mesas externas | | | | | r=0,735 α =0,0001 | |
| Total de mesas | | | | | r=0,863 α =0,0001 | |
| Escritórios | | r=0,644 α =0,0001 | | | | |

A relação entre a demanda por vagas em estacionamentos em hospitais e o número de camas se comporta de forma exponencial. A análise de Regressão Linear apresentou a seguinte equação:

$$\ln(\text{VPDH}) = 0,369 + 0,69 (\text{NB}) \quad (23)$$

onde: VPDH é o demanda por vagas para automóveis do hospital e NB é o número de camas/hospital.

Essa equação pode ser escrita na forma: $\text{VPDH} = 1,45 \times \text{NB}^{0,69}$.
(24)

A demanda por estacionamento na hora do pico dos condomínios de escritórios varia de 13 até 94 por condomínio tendo de 45 até 840 escritórios e uma área construída variando de 900 até 18.000 m². A tabela 25 mostra que o coeficiente de correlação linear entre a

demanda por estacionamento, a área construída e o número de escritórios são aproximadamente iguais. A literatura indica a área construída para estimar a demanda por estacionamentos em escritórios. Esse estudo sugere que o tanto a área construída como o número de escritórios podem ser usados. Entretanto, o número de escritórios/condomínio, pelo menos do ponto de vista estatístico, se mostrou a melhor variável explicativa. As equações são:

$$VPDO = 3,6 \times NO^{0,53} \text{ e } VDPO = 0,77 \times A^{0,52}. \quad (25)$$

onde: VDPO = demanda por estacionamento para escritório e A = área construída (GFA em m²).

Para hotéis as equações são:

$$VPDHT = 3,26 \times NR^{0,56}. \quad (26)$$

onde: VPDHT = demanda do hotel e NR = número de quartos/hotel.

Para os condomínios de apartamentos a equação é:

$$VPDA = 0,47 \times NDU^{1,10}. \quad (27)$$

onde: VPDA = demanda por estacionamento dos condomínios residenciais e NDU = número de unidades domiciliares/condomínios.

Equações dos restaurantes:

$$VPDR = 7,21 + 0,034 \times TNS \text{ e} \quad (28)$$

$$VPDR = 12,40 + 0,006 \times TA. \quad (29)$$

onde: VPDR = demanda por estacionamento no restaurante, TNS = número total de assentos e TA = área total de restaurante em m².

Equação dos shopping centers:

$$VPDSH = 18,19 + 0,008 \times GFA + 16,76 \times TSH. \quad (30)$$

onde: VPDSH = demanda por estacionamento para shopping centers, GFA = GFA do shopping center e TSH = tipo do shopping center (1 para shopping center militar e 0 para outro tipo).

4.12. Caracterização do perfil brasileiro de Shopping Center brasileiro – escala regional

O estudo de Gomes et al (2005) faz um levantamento da quantidade de vagas observadas nos empreendimentos brasileiros em conjunto com o porte de cada um deles.

Assim, na tabela 21, é mostrada a disponibilidade de empreendimentos e do número de vagas ofertado em shopping centers no Brasil.

Tabela 21: Número de vagas relativo às escalas regional e nacional

| Regiões | Número de Shoppings (%) | Número de Vagas (%) | Porte (m ² de ABL) | | Número de Vagas de Estacionamento Ofertado (vagas/shopping) | |
|--------------|-------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------|---|---------------|
| | | | Média | Desvio Padrão | Média | Desvio Padrão |
| Sudeste | 97 (61,4) | 198.150 (68,0) | 29.476 | 31.895 | 2.043 | 2.221 |
| Nordeste | 23 (14,5) | 40.257 (13,8) | 24.844 | 20.249 | 1.750 | 1.657 |
| Sul | 23 (14,5) | 29.056 (10,0) | 17.609 | 10.734 | 1.263 | 964 |
| Centro-oeste | 12 (7,6) | 19.304 (6,7) | 26.892 | 19.001 | 1.609 | 863 |
| Norte | 3 (2,0) | 4.483 (1,5) | 28.854 | 2.727 | 1.494 | 739 |
| Brasil | 158 (100) | 291.250 (100,0) | 26.866 | 27.175 | 1.843 | 1.916 |

4.13. Demanda por estacionamento em grandes eventos esportivos

De acordo com (Guyton, 1991), o relatório preliminar elaborado pelo ITE para planejar o tráfego em estádios e arenas multiuso mostra que a estimativa da demanda por estacionamento está altamente correlacionada com o tipo de local e o tipo de evento e os aspectos relevantes relativo ao tráfego incluem a divisão modal disponível para as pessoas envolvidas com tais eventos (geralmente transporte público, automóveis particulares e pedestres).

Segundo o mesmo autor, numerosos estudos mostram que a participação dos automóveis particulares na divisão modal nessas ocasiões varia entre 45% até 99%, a taxa de ocupação por automóvel varia de 3,0 até 3,5 pessoas e estádios com capacidade entre 50.000 até 60.000 espectadores necessitam de 9.000 até 10.000 vagas de estacionamento.

Uma pesquisa apresentada por Blume (2007) no “ITE Annual Meeting” sobre planejamento de tráfego em estádios de Universidades Americanas mostra que o número de vagas em estacionamentos situadas a 800 m corresponde a aproximadamente 25% da capacidade de expectadores.

O caderno de encargos da FIFA (2007), item relacionado a estacionamentos, estabelece que para um jogo em um estádio com previsão de público de 100.000 espectadores devem ser ofertados 50.000 vagas de estacionamentos. Além disso, para 50.000 espectadores deve ser planejada a chegada de 25.000 por trem/metrô e 25.000 por ônibus. Para os que chegam via trem/metrô as estações no entorno devem ter um porte compatível com essa demanda, para os que chegam de ônibus são vagas de estacionamentos que devem estar de acordo com o porte.

Ainda segundo o mesmo caderno da FIFA, para um estádio com capacidade para 60.000, espectadores devem ser ofertadas vagas de estacionamento para 10.000 carros e 500 ônibus, as quais devem estar situadas a uma distância de no máximo de 1.500 metros.

5. Análise Comparativa dos Métodos Abrangentes

O método relacionando necessidades de estacionamento com o total de viagens para a área central mostra de que forma os dados oriundos de estudos de estacionamento podem ser usados para o estabelecimento de padrões, que podem ser úteis e aproveitados por outras cidades que não puderam realizar tais estudos.

O princípio básico do *método relacionando necessidades de estacionamento com a capacidade do sistema viário principal de acesso* tem sido implementado em muitas cidades (Bentfeld, 1971). Entretanto, sua formulação é bastante simplificada ao não procurar captar a capacidade de todo o sistema viário, representando e considerando a interferência das vias internas e da sua configuração geométrica.

Também, atualmente, em função da alta taxa de motorização, tem sido frequente uma política de estacionamento restritiva as viagens de automóvel a trabalho, o que, até certo ponto, conflita com o princípio deste método. O que é atenuado por Christensen (apud Bendtsen, 1969), considerando, em vez da capacidade, o fluxo de automóveis. .

Os métodos relacionando necessidades de estacionamento com o tamanho da área urbana, devido a sua aparente simplicidade, têm se mostrado atraentes de serem usados na estimativa das necessidades de estacionamento em centros de cidade, entretanto, no Brasil, o uso deles pode ser criticado por diferentes razões, sendo a mais importante novamente a do método ser baseado em um elevado grau de motorização. Por outro lado, cidades de tamanhos similares podem apresentar áreas centrais com características totalmente diferentes, em termos de tipo e uso das construções, densidade populacional, número de empregos, tamanho da área central e de seu "coração", qualidade de serviço do transporte público etc., o que mostra a fragilidade e a simplificação desses métodos em captar as necessidades de estacionamento por meio de simples relações.

No que diz respeito ao relacionamento entre as necessidades de vagas de estacionamento na área central e o número total de veículos registrados na cidade, tem-se, para condições americanas, algumas indicações em figura específica Smith (1965). No caso de cidades européias, é comum o fornecimento de uma vaga no centro da cidade para cada 5 a 8 veículos matriculados na área urbana .

Em função da taxa de motorização de nossas cidades ser relativamente menor do que as encontradas nos Estados Unidos e em certos países europeus, esse indicador se aproxima mais das condições brasileiras do que aqueles que refletem a população urbana. Mesmo assim, torna-se necessária a aplicação de fatores de ajustamento a esses padrões.

O método relacionando necessidades de estacionamento com o uso do solo da área central tem como principal desvantagem calcularem-se as necessidades de estacionamento no período de pico, já que as demandas máximas dos diferentes tipos de estabelecimento não deverão coincidir ao longo do dia. Também, os valores usados para indicarem as necessidades de vagas são de fato padrões específicos que não necessariamente são a mesma coisa. No Brasil, essa situação é ainda menos favorável, seja pela insuficiência de dados e cadastros confiáveis e atualizados de uso de solo, seja pela falta de planejamento e imprevisibilidade do tratamento do espaço urbano, seja ainda pela inexistência de pesquisas definindo padrões mais compatíveis com a nossa realidade.

O método relacionando necessidades de estacionamento com a demanda atual não questiona se o atendimento da demanda de estacionamento é ou não prioritário, em relação a outras demandas pelo espaço viário e às políticas de transportes e uso do solo. Também, as contagens e o tratamento dos dados, para a obtenção da curva de acumulação, quando não disponível, podem envolver um certo esforço.

O método misto considera implicitamente as necessidades de duração de estacionamento, ou seja: os residentes e as viagens a trabalho são de longa duração, enquanto as demais viagens são de curta duração. Apesar de fornecer uma abordagem mais abrangente e interativa, representa as necessidades de vagas através de fórmulas bem simplificadas. Também, é preciso, segundo os próprios autores, uma melhor pesquisa a fim de se verificar algumas suposições e aumentar a precisão das estimativas (Olszewski, 1987).

O método de alocação de tráfego, apesar de ser mais completa e realística que as anteriores, tem a desvantagem de exigir:

- dados de entrada nem sempre disponíveis e que envolvem consideráveis esforços e recursos para serem coletados;
- equipamentos e instalações computacionais, além de especialistas, nem sempre disponíveis nos órgãos de trânsito brasileiros;
- recursos significativos para a calibração e validação compatíveis com a nossa realidade.

6. Conclusões e Recomendações

A documentação dos métodos disponíveis mostra os diferentes aspectos e fatores que têm sido considerados no estabelecimento das necessidades de estacionamento em áreas centrais da cidade. Por outro lado, os métodos se caracterizam predominantemente por uma excessiva simplificação da realidade ou por uma significativa sofisticação. No existem, portanto, métodos apresentando uma concepção intermediária. Ou seja: uma concepção que possa ser utilizada sem muitas dificuldades e envolvendo recursos não excessivos à nossa realidade, sem violar os níveis satisfatórios de qualidade dos resultados obtidos.

Neste sentido, um novo método, tendo-se como referência o contexto em que se insere o estacionamento e a realidade dos órgãos de trânsito brasileiros, deveria ter uma concepção que considerasse os seguintes princípios :

- 1** - Possibilitar o estabelecimento das necessidades de vagas de estacionamento de acordo com a disponibilidade de recursos e informações.
- 2** - Aproveitar, como estimativa preliminar, os métodos disponíveis, especialmente os mais diretos e envolvendo informações mais facilmente obtidas.
- 3**- Aplicar fatores de ajustamento para as condições locais (se necessário, se disponível ou se possível de se estabelecer). Ou seja, esta aplicação deve se dar no sentido dos métodos mais facilmente utilizáveis para os mais difíceis. Os resultados destas aplicações devem ser ponderados e trabalhados de maneira a se identificar as necessidades de vagas a nível preliminar (com base no conhecimento local e na experiência da equipe e de especialistas sobre a problemática em questão).
- 4** - Considerar, mais explicitamente, a qualidade de serviço dos transportes públicos e a folga de capacidade refletindo a exeqüibilidade de uma transferência modal do transporte individual para o coletivo. Também, considerar os demais aspectos que possibilitem

identificar não só o nível desejado de acessibilidade de automóveis para a área central, como o possível de ser operacionalizado, de acordo com a disponibilidade de recursos dos órgãos responsáveis.

5 - Considerar, mais explicitamente e de forma mais elaborada, a influência da capacidade da rede viária no estabelecimento do número de vagas. Com esta finalidade, as técnicas de fluxo máximo são potencialmente aplicáveis.

6 - Abordar integradamente os aspectos de número e da própria localização das vagas com a capacidade da malha viária, derivada das políticas de transportes e uso do solo. Novamente, para esta finalidade, as técnicas de fluxo máximo são potencialmente indicadas, devendo-se destacar que elas, para serem usadas, requerem basicamente a capacidade de cada interseção considerada na rede viária (o que pode ser facilmente levantada ou estimada).

7 - Possibilitar a sua aplicação a outros centros da cidade através da utilização de apropriados fatores de ajustamentos.

8 - Buscar uma posição intermediária entre as concepções atuais (ou muito realísticas, mas de difícil utilização, ou com significativas simplificações da realidade, mas de fácil utilização).

9 - Permitir e estimular uma maior interação e participação não só da equipe de trabalho, mas também do tomador de decisão, dos especialistas e conhecedores e dos diferentes agentes da comunidade envolvidos com a problemática em questão.

10 - Compatibilizar a modelagem com o comportamento e hábitos dos motoristas e usuários do trânsito em contextos urbanos brasileiros.

Por outro lado, existem os métodos destinados a determinar as necessidades de estacionamento que tipicamente não são condizentes com a nossa realidade.

Por fim, deve-se destacar que a atual versão do Caderno, apesar de ter contribuído, ao fornecer um panorama abrangente sobre os diferentes estudos e modelos de estacionamento, no âmbito da área central ou específico a um tipo de uso do solo, precisa ser ampliado e aperfeiçoado. Algumas aplicações aos centros de nossas cidades poderiam servir para ajustar tais propostas as nossas realidades. Também verificar a influência do transporte público, em especial das modalidades metro-ferroviárias, na quantidade de vagas ofertadas nas áreas centrais, que refletem o grau de intensidade do uso de automóveis.

Referências

Baginsk, L. E. (1989) Documentação e programação computacional de algoritmos de fluxos máximos em redes viárias e de transporte, Relatório novembro, CNPQ

Bendtsen, P. H. (1969) Stopped vehicles – parkings – control od parkings sites on public property, Copenhagen

Bentfeld, G. (1971) Effect of parking policies on traffic volumes, 10 th. International study week in traffic and safety engineering held at Rotterdam, 7 – 11 sept., Proceedings 10, 51 – 58.

Blume, K. P. E. (2007) College football stadiums, ITE Annual Meeting, August 8.

Congressional Budget Office (2009) Using pricing to reduce traffic congestion, Congress of the United States, USA.

Fan, H.S., Lam, S. H. (1997) Parking generation of comercial developments in Singapore, Journal of Tranportation Engeneering, maio/junho, Cingapura.

Fan, H.S., Lam, S. H. (2004) Parking generation of business and technology parks in Singapore, Journal of The Institute of Engenieers, Cingapura.

Fifa (2007) Football stadiums <www.fifa.com>.

Gomes, H. F., Martins, R. G.,Portugal, L.S.,(2005) Análise dos índices para números de vagas de estacionamento e sua aplicação aos shoppings nacionais, III Rio de Transportes, BNDES, RJ.

Guyton, J. W. (1991) Traffic and parking operations for recurring major special events. 1991 Annual Meeting Compendium, pp. 327 - 331 .

Gur, Y. J., Beimboarn, E. A. (1984) Analysis of parking in urban centers: equilibrium assigment approach, TRR 957, Washington.

Hashem, R.Al-M., Bashar, Al-O. Ahmad, Al-H. (1999) Vehicle parkingg demand for different land use in Jordan, ITE Journal on the web.

Kneib,E. C. (2008) Subcentros urbanos: contribuição conceitual e metodológica à sua definição e identificação para planejamento de transportes, Tese de Doutorado, Universidade de Brasilia.

Litman, T. (2009) Smart Transportation Emission Reductions Identifying Truly Optimal Energy Conservation And Emission Reduction Strategies. Disponível: <http://www.vtpi.org/ster.pdf>

LPAC (1994), promoting progressive transport policies for London, disponível em: <www.london.gov.uk>

Nour, M., S., El-reedy, T. Y., Ismail, H. K., (1981) A combined parking and traffic assigment model, Traffic Engeneering and Control.

O'flaherty, C. A. (1972) Highways, 2 edição, vol. 1. highways and traffic.

Olszewski, P., Suchorzewski, W. (1987) Traffic capacity of the city centre, Traffic Engineering Control.

Portugal, L. S. (1989) Methodologie de calcul du nombre de places de stationnement dans les centres-ville une analyse critique et quelques propositions, The 5th, World Conference on Transport Research, Yokohoma, Japão.

SERPLA (1993), Promoting progressive transport policies for London; disponível em: <www.southeast-ra.gov.uk>

Smith, W. and Associates (1965) Parking in the city Centre - Washington, D. C. - The Automobile Manufacturers Association.

Szwarcfiter, J. L. (1984) Grafos e algoritmos computacionais, Ed. Campus, R.J.

Transportation and Traffic Engineering (1982) Handbook, 2 edição, Prentice Hall, New Jersey.

Transportation and Traffic Engineering (1985) Parking generation, Ir. 034, Prentice Hall, New Jersey.

Weant, R. A., Levinson, H. S. (1990) .Parking, Eno Foundation for Transport.