

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE VAGAS DE ESTACIONAMENTO PARA INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

Juliana Lopes Nunes

Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN

Maria Alice Prudêncio Jacques

Universidade de Brasília

Programa de Pós-Graduação em Transportes

RESUMO

Estudos voltados à análise do impacto das Instituições de Ensino Superior (IES) precisam contemplar a verificação do número de vagas de estacionamento que as IES devem oferecer aos seus usuários de modo a reduzir o impacto de sua presença sobre a circulação de veículos e pedestres nas suas proximidades. O presente trabalho faz um levantamento dos critérios atualmente adotados para essa verificação e propõe um procedimento voltado à avaliação e definição de novas ferramentas para esse propósito. O procedimento foi aplicado ao Distrito Federal (DF) e resultou no desenvolvimento de dois modelos para a estimativa do número de vagas, que produziram resultados mais compatíveis com a realidade local do que o critério vigente. O estudo revelou, também, a necessidade do seu aprofundamento para aperfeiçoamento dos modelos obtidos e desenvolvimento de novos modelos.

ABSTRACT

Effective assessment of the impact provoked by Higher Education Institutions (HE Institutions) on vehicular and pedestrian movements in surrounding areas requires, among other measures, the estimation of the number of parking stalls to be offered by those institutions. This study presents a brief literature review on the criteria adopted for this purpose. It also suggests a procedure to investigate the applicability of the existing criteria as well as to develop new tools for this matter. The application of the procedure to Federal District (DF) causes the development of two models for the estimate of the number of parking stalls in HE Institutions. These models produced better results than the present criteria adopted at the traffic department of DF. In addition, the study reveals the need for further research on the subject in order to better the models developed and to define new models.

1. INTRODUÇÃO

Os pólos geradores de viagem (PGVs) provocam uma concentração de tráfego e, por isso, a sua implantação necessita de planejamento, requerendo estudos que avaliem os impactos desses empreendimentos sobre a circulação de veículos e pedestres nas vias próximas. Um dos elementos importantes na análise do impacto causado pelos PGVs é a determinação do número de viagens geradas pelos empreendimentos e, para o caso das viagens por veículo particular, do número de vagas de estacionamento necessário para atender a essa demanda.

As Instituições de Ensino Superior (IES), sob o enfoque do impacto de sua presença sobre a circulação do tráfego nas vias da área onde se localizam, são classificadas como PGV. Nessa condição, pela legislação brasileira, seus projetos devem contemplar área de estacionamento e mostrar as vias que serão utilizadas como acesso às futuras instalações. Além disso, a aprovação desses projetos deve passar pela anuência do órgão ou entidade com circunscrição sobre a via (artigo 93 do Código de Trânsito Brasileiro – CTB).

A título de mostrar a importância da questão abordada – IES como PGV - destaca-se que o número dessas instituições no Brasil vem crescendo acentuadamente, especialmente o número de instituições privadas. A Figura 1 mostra esse crescimento, observado no período de 2000 a 2005,

conforme dados do INEP(2006). Através da referida figura é possível verificar que o número de instituições privadas no Brasil, em 2005, respondeu por 89,3% do total de IES.

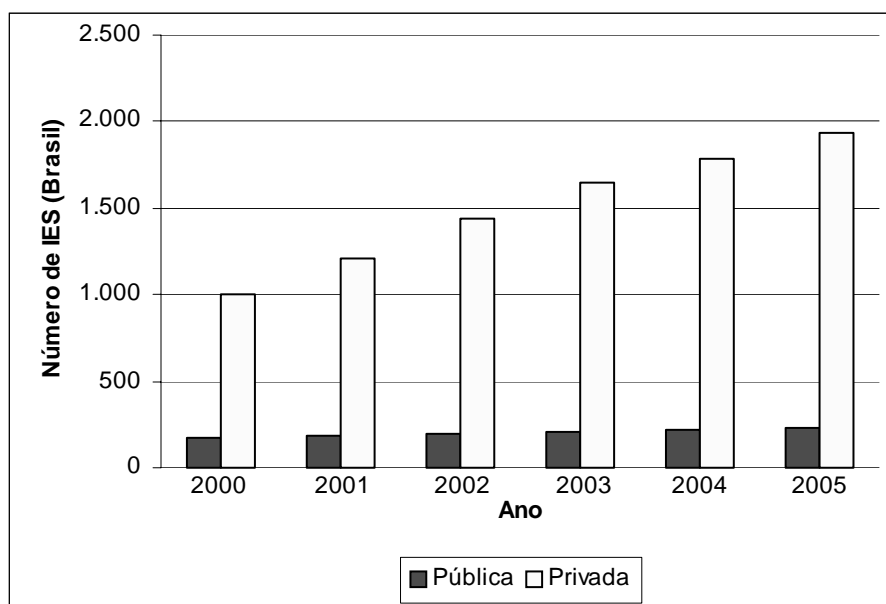


Figura 1: Evolução do número de IES no Brasil no período de 2000 a 2005.

Um levantamento realizado junto a cidades brasileiras com mais de 300.000 habitantes e/ou capitais revelou que a maioria dessas cidades, para cumprir o disposto no CTB, estima o número de vagas de estacionamento para o atendimento à demanda das IES com base na área construída do empreendimento (Nunes, 2005). Já em especificações internacionais, essa variável tem sido preferencialmente descartada em favor de variáveis que refletem a utilização das IES (ITE, 1992), como, por exemplo, o número de estudantes e/ou o número de empregados (professores e funcionários).

Neste contexto, esse artigo apresenta, inicialmente, uma revisão dos critérios adotados para a previsão do número de vagas de estacionamento em IES, encontrados na literatura pesquisada, tanto em nível nacional quanto internacional. Em seguida, apresenta o procedimento recomendado para o estabelecimento e/ou revisão desse tipo de critério a ser adotado por cidades brasileiras. Na sequência, é mostrada a aplicação desse procedimento ao Distrito Federal. Na última seção é realizada a análise dos modelos que melhor permitiram a estimativa da demanda crítica por vagas de estacionamento nas IES estudadas.

2. CRITÉRIOS PARA A DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE VAGAS EM IES

Nessa seção são apresentados, inicialmente, alguns estudos e parâmetros relacionados ao dimensionamento de estacionamentos em IES. Destaca-se que o material bibliográfico sobre o tema é bastante escasso. Em seguida é apresentado o resultado de um levantamento realizado junto a cidades brasileiras voltado à identificação dos procedimentos adotados nessas cidades para aprovação do número de vagas de estacionamentos quando da análise de projetos de IES.

2.1 Estudos e parâmetros utilizados para as IES

O Manual de Procedimentos para o Tratamento de Pólos Geradores de Tráfego, publicado pelo DENATRAN (2001), apresenta parâmetros adotados por algumas cidades brasileiras para o dimensionamento dos estacionamentos em IES, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros de dimensionamento dos estacionamentos em IES.	
Município	Índice de vagas
São Paulo	$2000 < AC < 4000 \text{ m}^2 : 1 \text{ vaga}/20 \text{ m}^2$
	$AC > 4000 \text{ m}^2 : 1 \text{ vaga}/25 \text{ m}^2$
Curitiba	Cada caso será objeto de estudo pelo órgão competente
Brasília	$AC < 1200 \text{ m}^2 : 1 \text{ vaga}/75 \text{ m}^2$
	$1200 < AC < 2500 \text{ m}^2 : 1 \text{ vaga}/50 \text{ m}^2$
	$AC > 2500 \text{ m}^2 : 1 \text{ vaga}/25 \text{ m}^2$

Fonte: DENATRAN, 2001

Além da publicação do DENATRAN, dentre os trabalhos disponíveis na literatura relacionados ao tema merecem ser destacados os que seguem.

2.1.1 Estudo realizado pela Universidade Católica de Goiás

Em 2004 foi realizado um estudo com a finalidade de determinar os padrões e distribuição modal de deslocamentos gerados pela implantação da Universidade Católica de Goiás, associados à análise das matrizes de origem-destino (UCG, 2004). Um dos resultados desse estudo foi a Equação 1, a ser empregada para o dimensionamento do número de vagas de estacionamento requeridas para o atendimento das necessidades mínimas do empreendimento.

$$NVG = NA \times (1 + FRH + FOS) \times M_{AEC} \quad (1)$$

Onde: **NVG** o número de viagens geradas; **NA** o número de alunos; **FRH** o fator de utilização de recursos humanos, que é igual ao número de empregados dividido pelo número de alunos; **FOS** é o fator de ocupação do solo lindeiro (relacionado a atividades agregadas), para o qual foi utilizado um fator de 0,10 viagem por aluno, para instalações prediais já existentes, e 0,20 viagem por aluno para novas instalações prediais; e **M_{AEC}** o número médio de atividades extra-classe semanal por aluno, tipo palestras, educação física e acesso à biblioteca.

2.1.2 Estudo realizado pela Boise State University (BSU)

O estudo foi realizado no ano de 2001, sendo verificado que no primeiro semestre a ocupação do estacionamento era de 67,4% e no segundo de 70% (BSU, 2004). O objetivo da pesquisa foi planejar os estacionamentos para o ano de 2010, analisando o crescente número de alunos matriculados e a contratação de professores e funcionários.

O estudo revelou a necessidade de 2.500 espaços adicionais para acomodar a demanda prevista, concluindo que seriam necessárias: 0,15 vagas para cada estudante; 0,80 vagas para estudantes residentes no campus; e 0,72 vagas para professores e funcionários.

2.1.3 Estudo realizado por Whitlock

Um estudo realizado por Whitlock (*apud* ITE, 1992) utilizou dados de 30 universidades norte americanas, que incluem observações detalhadas de 16 destas, pois as características específicas de cada universidade são importantes. Dentre as universidades pesquisadas a maioria não possui residentes no campus e muitas têm eventos esportivos, tendo assim maior necessidade de vagas de estacionamento.

Os dados obtidos na pesquisa de *Whitlock* cobriram uma gama representativa em número de instituições, sendo que a proporção de estudantes que dirigem para o campus variou de pouco menos de 10% dos matriculados até 85%. Através dos dados de Whitlock, foi constatado um pico de acumulação às 10:00h. Houve larga variação na rotatividade entre as IES com alunos residentes no campus, igual a 1,30, e com as universidades sem moradia, igual a 4,00 veículos por vaga. A Tabela 2 apresenta as proporções obtidas no estudo para o número de vagas de estacionamento por pessoa.

Tabela 2: Dados referentes ao estudo de Whitlock

Usuário	Proporção do número de vagas por pessoa	Proporção média
Servidores*	0,50 – 1,00	0,70
Alunos não residentes no campus	0,15 – 0,40	0,25
Global**	0,15 – 0,60	0,35

* Inclui professores e funcionários

** Inclui alunos, servidores e visitantes.

2.1.4 Procedimento adotado pela CET-SP

Conforme a CET (2004), para o dimensionamento dos estacionamentos das Instituições de Ensino Superior, o ponto de partida é a informação sobre a população freqüentadora dos estabelecimentos, dado este que deve ser informado ao órgão pelo projetista. Para análise do número de vagas de estacionamento a ser oferecido pela IES é avaliada a capacidade da instituição em termos de população fixa e flutuante, a porcentagem de absenteísmo, a taxa de motorização em função das condições de acessibilidade ao local, número de pessoas por veículo, e demais aspectos pertinentes.

A Tabela 3 apresenta os procedimentos adotados pela CET para o cálculo de demanda por vagas de estacionamentos das IES. Nesta Tabela, “Presença” significa o percentual da população freqüentadora da instituição, durante o turno mais carregado. “Taxa de motorização” e “Ocupação” estão relacionados com o percentual de acessibilidade da região. A região é dividida em três áreas conforme o grau de acessibilidade, sendo de alta acessibilidade às áreas localizadas junto a sistemas de trilhos (metrô) e com sistema significativo sobre pneus (ônibus e rede viária estrutural). A região de média acessibilidade também se localiza em áreas que apresentam

sistema significativo sobre pneus, geralmente em grandes centros de bairros, onde há uma boa frequência de ônibus. Já a região de baixa acessibilidade encontra-se em áreas de periferia ou centros de bairros com baixa frequência de veículos nas vias da rede estrutural e sistema sobre pneus (CET, 2000).

Tabela 3: Determinação da demanda por vagas de estacionamento nas IES – CET/SP

Vagas	Presença	Taxa de Motorização	Ocupação
Alunos	85%	Região de alta acessibilidade: 40%	Região de alta acessibilidade: 2 alunos/veículos
		Região de média e baixa acessibilidade: 65%	Região de média/baixa acessibilidade: 1,5 alunos/auto
Professores e Orientadores Pedagógicos	90%	Região de alta acessibilidade: 90% Região de média/baixa acessibilidade: 100%	Região de alta/média/baixa acessibilidade: 1 pessoa/auto
Pessoal Administrativo	90%	Região de alta acessibilidade: 10%	Região de alta acessibilidade: 1,5 pessoas/veículos
		Região de média e baixa acessibilidade: 25%	Região de média e baixa acessibilidade: 3 pessoas/auto
Diretoria	90%	Região de alta /média/baixa acessibilidade: 100%	01 pessoa por automóvel
Auditório	*45%	Região de alta acessibilidade: 40%	Região de alta acessibilidade: 3 pessoas/automóvel
		Região de média/baixa acessibilidade: 65%	Região de média e baixa acessibilidade: 2 pessoas/auto
Teatro Universitário	85%	Região de alta acessibilidade: 70%	Região de alta acessibilidade: 3 pessoas/automóvel
		Região de média/baixa acessibilidade: 85%	Região de média e baixa acessibilidade: 3 pessoas/auto

*45% da ocupação são de pessoas externas e o restante dos assentos será ocupado por pessoas já computadas na população anteriormente descrita.

Fonte: CET, 2004

2.2 Levantamento dos procedimentos adotados pelas cidades brasileiras

Pesquisa voltada à identificação dos procedimentos adotados pelas cidades brasileiras para a análise de projetos referentes à implantação de IES revelou o critério adotado por algumas cidades para a análise do número de vagas para estacionamento dos veículos de usuários dessas instituições.

Apesar da proposta da pesquisa tenha sido abranger o maior número possível de cidades brasileiras com mais de 300 mil habitantes e/ou capitais (população alvo de 70 cidades), somente 14 delas concordaram em participar do trabalho. Uma síntese das respostas obtidas é apresentada na Tabela 4. A resposta enviada pela CET-SP foi detalhada na seção 2.1.4.

Tabela 4: Critérios para a determinação do número de vagas de estacionamento em IES

Município	Número de vagas de estacionamento
Aparecida de Goiânia	01 vaga a cada 25 m ² de AC (atualmente); Porém é verificado pelo CMT o n° de vagas em função do modelo desenvolvido recentemente por Goiânia, onde é calculado em função do número de viagens geradas na hora pico versus a matriz-origem destino para a zona de estudo.
Belo Horizonte	Utilizam como a mais adequada variável explicativa, o n° de alunos por turno. O parâmetro é, principalmente, influenciado pelo tipo de curso (associado a renda dos alunos) e localização dos empreendimentos situados em áreas periféricas.
Brasília	AC < 1.200 m ² : 01 vaga a cada 75m ² de AC 1.200 < AC < 2.500m ² : 01vaga a cada 50m ² de AC AC > 2.500 m ² : 01 vaga a cada 25 m ² de AC
Curitiba	Cada caso será objeto de estudo pelo órgão competente.
Florianópolis	01 vaga a cada 15m ² de AC 01 vaga para ônibus (embarque e desembarque) AC > 5.000 m ² - IpuF realiza estudo, conforme previsão do art. 77, II da LC 01/97.
Fortaleza	Modelo de geração de viagens seja através de pesquisa direta em equipamentos semelhantes já em funcionamento ou através de pesquisa de preferência revelada (identificação de prováveis viagens ao futuro empreendimento), ficando a critério do profissional que elabora o RIST escolher um dos dois.
Joinville	01 vaga a cada 25m ² de AC
Londrina	01 vaga a cada 75 m ² de área construída (AC)
Pelotas	Análise exclusiva da Secretaria de Trânsito do município, sendo cada caso um estudo próprio.
Porto Alegre	2.000 < AC < 4.000m ² : 01 vaga a cada 20m ² de área computável AC > 4.000m ² : 01 vaga a cada 25m ² de área computável.
Santos	AC < 2.500 m ² : 01 vaga a cada 50m ² de AC 2.500 < AC < 5.000m ² : 01 vaga a cada 25m ² de AC AC > 5.000m ² : 01 vaga a cada 25m ² de AC
São José dos Campos	01 vaga a cada 25 m ² de AC
São Paulo	Para análise do n° de vagas de estacionamento a ser oferecido pela IES é avaliada a capacidade da instituição em termos de população fixa e flutuante, a porcentagem de absenteísmo, a taxa de motorização em função das condições de acessibilidade ao local, n° de pessoas por veículo, e demais aspectos pertinentes.
Uberlândia	02 vagas a cada 50m ² de AC

Fonte: Nunes, 2005.

3. PROCEDIMENTO PARA ESTIMATIVA DO NÚMERO DE VAGAS PARA IES

Haja vista a importância das cidades brasileiras disporem de ferramentas para a previsão do número de vagas de estacionamento para as IES que, efetivamente, reflitam a sua realidade, é recomendável a realização de estudo com os seguintes objetivos: (i) verificar se os critérios adotados em outros locais são compatíveis com a realidade local; (ii) no caso dos critérios existentes não serem adequados, definir critérios específicos que possam ser adotados pelo órgão de trânsito local na análise de projetos, e que sirva de orientação para os próprios projetistas.

O estudo referido, sempre que possível, deve ser parte integrante de um estudo mais abrangente, que procure estudar também o padrão de viagens dos usuários das IES e a taxa de geração de viagens por diferentes modos. O procedimento aqui apresentado é, portanto, parte integrante de um procedimento mais amplo (ver Nunes, 2005). As etapas apresentadas nas seções a seguir

referem-se apenas às atividades mínimas necessárias à consecução dos objetivos referidos no primeiro parágrafo.

3.1 Seleção da amostra

A seleção das IES para coleta de dados deve ser aleatória. Algumas IES, no entanto, podem ser escolhidas *a priori* para integrar a amostra em função da relevância de sua participação, avaliada pelo órgão de trânsito tendo em vista os objetivos do trabalho. Adotando-se a recomendação do ITE (2001) para estudos de PGV, a amostra deve ser constituída por, no mínimo, 5 IES.

3.2 Coleta de dados

A coleta de dados pode ser dividida em duas etapas. A primeira consiste na coleta de dados junto às instituições, referentes à área construída e ao número de alunos, professores e funcionários em cada turno de funcionamento da IES. A segunda etapa refere-se à coleta de dados sobre a oferta e demanda das vagas de estacionamento. Assim, para cada IES, deve ser feita a contagem das vagas oferecidas em terreno pertencente à instituição, acrescida das vagas marcadas ao longo do meio-fio das vias que contornam o terreno. Neste procedimento, esse número de vagas é considerado como estacionamento ofertado pela IES (estacionamento próprio). A contagem da demanda de vagas corresponde ao número de veículos estacionados em cada turno de funcionamento da instituição, em horários que correspondam ao período onde é verificada a acumulação máxima de veículos estacionados nos respectivos turnos. Neste caso são contados os veículos estacionados regularmente nos estacionamentos correspondentes à oferta, e os estacionados em outros estacionamentos regulares nas proximidades da instituição (exceto ao longo das vias de contorno do seu terreno), além dos veículos estacionados irregularmente (dentro ou nas proximidades da IES). Essa contagem, portanto, deve ser precedida da avaliação da situação de estacionamento de veículos nas imediações das instituições em horários onde a demanda de usuários é baixa, inclusive nos finais de semana.

3.3 Análise dos resultados

Consiste na verificação da aplicabilidade dos critérios existentes para estimativa do número de vagas de estacionamento para as IES estudadas. No caso desses critérios não refletirem adequadamente a situação observada, estudos no sentido de definir outros critérios devem ser realizados, preferencialmente utilizando os dados já coletados.

4. ESTUDO DE CASO

O procedimento apresentado na seção 3 foi aplicado ao Distrito Federal, cujo número de IES cresceu 70% entre os anos 2000 e 2005, um pouco abaixo do crescimento em nível nacional, que foi de 83,5% (INEP, 2006). Embora a maioria dessas instituições esteja localizada no Plano Piloto, quase todas as regiões administrativas do DF possuem IES.

4.1 Seleção da amostra

Foram selecionadas 10 IES para integrar a amostra a ser pesquisada que, de acordo com o ITE (2001), é um número suficiente para a realização do estudo pretendido. Destas, 04 foram escolhidas a partir de indicação do órgão de trânsito do DF, uma vez que os estacionamentos dos seus usuários estavam provocando sérios problemas de circulação nas vias adjacentes, e as outras foram selecionadas aleatoriamente a partir do conjunto de 61 IES restantes.

4.2 Dados coletados

O número de veículos estacionados no período de acumulação máxima de cada turno foi coletado, e o seu valor máximo foi considerado como a demanda crítica a ser atendida por vagas de estacionamento. Essa demanda crítica, juntamente com os demais dados obtidos na etapa de coleta de dados que serão utilizados na etapa posterior de análise, estão reunidos na Tabela 5. Esses dados foram coletados ao longo de 2004 e, portanto, podem não refletir a realidade atual de algumas das IES estudadas. Destaca-se, ainda, que o número de professores, alunos e funcionários aqui apresentados corresponde aos totais de cada IES, e não à soma do número de usuários que freqüentam a IES nos seus diferentes turnos (calculado quando a IES disponibilizou esse tipo de dado), como considerado em Nunes e Jacques (2005).

Tabela 5: Dados gerais das IES integrantes da amostra

IES	AC (m ²)	Estacionamento próprio	Nº de Prof.	Nº de Func	Nº de Alunos	Demanda Crítica
IES - 1	463.907,00	6.120	1.297	2.278	26.224	4.730
IES - 2	7.048,86	1.340	300	200	3.785	1.520
IES - 3	8.067,00	277	72	30	1.100	316
IES - 4	2.116,76	215	78	30	715	240
IES - 5	23.782,00	1.486	405	312	9.750	1.669
IES - 6	30.122,66	4.608	-	-	25.000	4.911
IES - 7	19.408,48	495	300	50	4.383	1.899
IES - 8	14.084,38	172	300	152	4.700	1.209
IES - 9	45.806,00	5.250	925	1.100	14.860	1.485
IES - 10	714,22	171	115	150	2.008	518

4.3 Análise dos resultados

Inicialmente é importante comparar a demanda crítica obtida junto às IES com o número de vagas de estacionamento que as instituições deveriam oferecer em atenção aos critérios apresentados pelos municípios citados da seção 2. Os critérios que requeriam a realização de estudos específicos para a sua aplicação não foram considerados, como é o caso dos adotados por Belo Horizonte, Fortaleza, Curitiba e Pelotas. Também não foi analisado o critério de São Paulo, apresentado pela CET, pela falta de alguns elementos para sua aplicação às IES estudadas, como porcentagem de absenteísmo e a taxa de motorização em função das condições de acessibilidade ao local. Para efeito da análise, será adotado o critério de São Paulo na forma indicada pelo DENATRAN(2001).

Comparando-se o número de vagas estimado pelo critério do Distrito Federal com o número de vagas disponibilizadas pelas IES, verifica-se que somente a metade das instituições oferece número de vagas maior ou superior ao calculado pelo critério do órgão.

A Tabela 6 apresenta o número de vagas de estacionamento que cada IES deveria oferecer com base nos critérios apresentados por alguns dos municípios, incluindo o Distrito Federal. Admitindo-se que o critério é válido para as IES estudadas quando o número de vagas por ele determinado é maior do que a demanda de vagas efetivamente existente, verifica-se que nenhum dos critérios analisados é adequado para o caso do Distrito Federal.

Em todos os casos, somente as IES 1, 3 e 9 teriam suas demandas críticas atendidas, sendo que para a IES-1 o número de vagas previsto é excessivo, não se podendo considerar que os critérios atendem adequadamente essa instituição. Para as demais instituições, a demanda crítica é superior ao número previsto de vagas. Definindo-se o erro da estimativa pela Equação 2, tem-se para essas instituições erros que variam de -43% (IES-5) a -93% (IES-10), pelo critério do DENATRAN e de -43% a -98% pelo critério do DF. Esses resultados claramente indicam que o DF deve buscar estabelecer outros critérios para analisar o número de vagas de estacionamento apresentado em projetos de IES.

$$Erro(\%) = \frac{Valor\ Estimado - Valor\ Observado}{Valor\ Observado} \times 100 \quad (2)$$

Tabela 6: Estimativa de vagas de estacionamento por cada município e demanda crítica

IES	Londrina	Florianópolis	Porto Alegre	Santos	DENATRAN (São Paulo)	Distrito Federal	Demanda crítica
IES - 1	6185	-	18.556	18.556	18.556	18.556	4730
IES - 2	94	-	282	282	282	282	1520
IES - 3	108	-	323	323	323	323	316
IES - 4	29	142	106	42	106	42	240
IES - 5	317	-	952	952	952	952	1669
IES - 6	402	-	1205	1205	1.205	1.205	4911
IES - 7	259	-	777	777	777	777	1899
IES - 8	188	-	564	564	564	564	1209
IES - 9	611	-	1833	1833	1.833	1.833	1485
IES - 10	10	47	36	15	36	10	518

Com o objetivo de propor novos critérios para o Distrito Federal, buscou-se seguir duas abordagens, a exemplo do que o ITE realiza no caso da determinação das taxas de geração de viagens. A primeira diz respeito a realização de uma análise descritiva dos dados, com a determinação de valores médios e de algumas medidas de dispersão (intervalo de variação dos dados e desvio-padrão). A segunda abordagem consiste na determinação de uma equação de regressão para permitir a estimativa do número de vagas de estacionamento a partir de uma ou mais das variáveis explicativas disponíveis.

Assim, a primeira abordagem determinou algumas estatísticas relacionadas à relação “Demanda Crítica (DC) / No. De alunos (NA)”. Decidiu-se por essa relação porque o número de alunos é uma variável efetivamente considerada no projeto de instituições de ensino em geral e, também, porque a variável área construída, usada nos critérios anteriormente testados, não se mostrou satisfatória. Os dados obtidos foram: Média = 0,262; Desvio-Padrão = 0,106; Intervalo = [0,10; 0,433].

No caso da segunda abordagem, a utilização do conjunto completo dos dados revelou que a melhor equação de regressão era linear simples passando pela origem, com “número de alunos” como variável independente (Equação 3). Essa equação, apesar de possuir um coeficiente de determinação elevado ($R^2 = 0,937$) e de ser estatisticamente significativa para $\alpha = 5\%$, apresenta alguns problemas. A análise dos resíduos mostra que o modelo não apresenta um ajuste favorável, sendo nítida sua tendência em determinar valores inferiores aos observados. Essa situação é explicada pela presença de pontos de alavanca que impactam excessivamente a regressão, como é o caso dos pontos associados às IES 1 e 6.

$$DC = 0,181 \times NA \quad (3)$$

onde DC é a demanda crítica, que corresponde ao número de vagas de estacionamento a ser oferecido pela IES, e NA é o número total de alunos matriculados na instituição.

A partir desse resultado foi elaborado um modelo com a exclusão dos dois pontos de alavanca, e o que melhor resultado apresentou foi o apresentado na Equação (4), onde os termos são os mesmos anteriormente definidos. O coeficiente de determinação do modelo é igual a 0,712, e ele é estatisticamente significativo para $\alpha = 5\%$. A análise dos resíduos mostra que, neste aspecto, ele apresenta um ajuste mais favorável do que o modelo anterior. A representação gráfica dos dois modelos, juntamente com os pontos observados em campo, é apresentada na Figura 2.

$$DC = 534,73 \times \ln(NA) - 3241,1 \quad (4)$$

Assim, os resultados dão um forte indício da conveniência em se definir modelos distintos para diferentes faixas de número de alunos. No entanto, como o número de observações foi pequeno, não foi possível estudar diferentes faixas a fim de identificar qual o nível de desagregação mais adequado. Dessa forma, enquanto um estudo mais abrangente não é realizado, considera-se conveniente a adoção do Modelo 2 para estimativa do número de vagas de estacionamento junto as IES com previsão de atender a menos de 15.000 alunos, e a utilização do Modelo 1 para os demais casos.

Na Tabela 7 são apresentados os erros das estimativas realizadas pelo critério atual do DETRAN-DF, Modelo 1, Modelo 2, e utilização da taxa média de 0,262 vagas/aluno (os menores erros estão destacados em negrito). A análise dos erros permite verificar que a adoção dos Modelos 1 e 2, na forma anteriormente sugerida, produz estimativas que, no geral, melhor reflete os dados observados. Além disso, essa abordagem permite o atendimento da demanda crítica em 05 (cinco) das IES observadas, e produz erros inferiores aos do critério em vigor para as instituições

não atendidas. Mostra, também, que um esforço adicional deve ser feito no sentido de definir modelos específicos para diferentes faixas da variável independente.

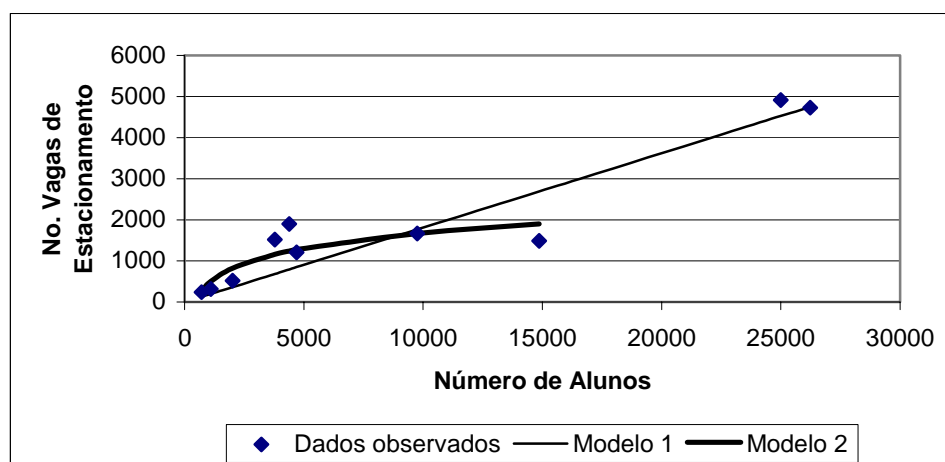


Figura 2: Modelos obtidos versus dados observados

Tabela 7: Erros associados às diferentes estimativas

IES	Número de Alunos	Demanda Crítica	Erro (%)			
			DETRAN-DF	Modelo 1	Modelo 2	Taxa Média
IES - 1	26.224	4730	292,30	0,35	-----	45,26
IES - 2	3.785	1520	-81,45	-54,93	-23,39	-34,76
IES - 3	1.100	316	2,22	-36,99	59,38	-8,80
IES - 4	715	240	-55,83	-46,08	13,87	-21,95
IES - 5	9.750	1669	-42,96	5,74	0,08	53,06
IES - 6	25.000	4911	-75,46	-7,86	-----	33,37
IES - 7	4.383	1899	-59,08	-58,22	-34,55	-39,53
IES - 8	4.700	1209	-53,35	-29,64	5,89	1,85
IES - 9	14.860	1485	23,43	81,12	27,66	162,18
IES - 10	2.008	518	-93,05	-29,84	59,36	1,56

5. CONCLUSÕES

A verificação da aplicabilidade de critérios adotados por alguns municípios brasileiros para a estimativa do número de vagas de estacionamento para IES localizadas no Distrito Federal, mostrou que nenhum deles reflete satisfatoriamente as necessidades observadas junto a essas IES. Nem mesmo o critério adotado pelo Distrito Federal, que utiliza como referência para a estimativa do número de vagas de estacionamento a variável área construída, é capaz de refletir a sua realidade. É importante reconhecer que nem sempre a instituição de maior área é a que possui o maior número de frequentadores e usuários de automóvel particular. Esse resultado aponta para a importância dos municípios reverem, sempre que possível, os critérios adotados para avaliação de projetos de IES.

Neste estudo, o número total de alunos revelou-se como a variável mais adequada para estimar o número de vagas de estacionamento, sendo que o primeiro modelo desenvolvido (Modelo 1) apresenta-se estatisticamente significativo, com um alto valor de R^2 . A variável adotada é de fácil previsão, obtenção e representatividade. Em contrapartida, o referido modelo apresenta resíduos muito dispersos, sem ajuste adequado para aceitação efetiva da equação. Assim, foi desenvolvido outro modelo (Modelo 2), limitando os valores da variável independente (número total de alunos matriculados) para valores até 15.000. Este modelo apresentou valores de erros percentuais melhores que o Modelo 1 e mostrou-se bem mais eficiente do que o critério atualmente adotado em Brasília. Esses resultados revelam a conveniência de se definir modelos distintos para faixas diferenciadas da variável independente, a exemplo do que ocorre nos critérios adotados pela maioria dos municípios, onde os parâmetros de projeto variam em função dos valores da área construída das IES. Para tanto, uma amostra bem maior de IES deve ser analisada.

Conclui-se, portanto, que o presente estudo deve ser continuado na busca pelo desenvolvimento de modelos mais adequados. Enquanto os novos modelos não estiverem disponíveis, os dois modelos obtidos, se utilizados na forma anteriormente indicada, podem ser empregados como ferramenta de apoio às análises de projetos realizadas pelo órgão de trânsito do DF.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BSU-Boise State University (2004). Boise State University parking study. In: <<http://www.idbsu.edu/parking/images/wpstudy.pdf>>. Acessado em abril de 2004.
- CET – Companhia de Engenharia de Tráfego (2000) Pólos Geradores de Tráfego 2. Boletim Técnico 36, São Paulo.
- CET – Companhia de Engenharia de Tráfego (2004) Pólos Geradores de Tráfego. Disponibilizado pela CET em março de 2004.
- DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito (2001). *Manual de Procedimentos para o tratamento de Pólos Geradores de Tráfego*. Brasília, DENATRAN/FGV, 2001.
- INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (2006). *Censo da Educação Superior: Sinopse – 1995 a 2005*. In: <<http://www.inep.gov.br>>. Acessado em abril de 2007.
- ITE – Institute of Transportation Engineers (1992). *Transportation Planning Handbook*. Prentice – Hall, EUA.
- ITE - Institute of Transportation Engineers (2001). *Trip Generation Handbook*. Publicação No. RP-028A, ITE, EUA.
- NUNES, J. L. (2005) *Estudo da demanda por estacionamento em Instituições de Ensino Superior*. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Tecnologia Universidade de Brasília.
- NUNES, J.L. e JACQUES, M.A.P (2005). Caracterização dos Padrões de Viagens para Instituições de Ensino Superior. In: Anais do XIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Recife, PE, p. 780-791.
- UCG – Universidade Católica de Goiás (2004). *Relatório de Impacto no Trânsito (RIT)*. Ed. Via Urbana Projetos e Consultoria Ltda, Goiás.

Juliana Lopes Nunes (juliana.lopes@mj.gov.br)

Maria Alice Prudêncio Jacques (mapj@unb.br)