

**POLOS GERADORES DE VIAGEM: METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE
IMPACTOS NO TRÁFEGO DEVIDO A ESTABELECIMENTOS DE ENSINO DE NÍVEL
SUPERIOR**

*TRIP GENERATION HUBS: METHODOLOGY FOR EVALUATION OF TRAFFIC IMPACTS
DUE TO UNIVERSITIES*

¹ ALEX DE VASCONCELOS PINELI ALVES

² JOSÉ APARECIDO SORRATINI

³ RAFAEL COSTA BARBOSA

RESUMO

Estabelecimentos de ensino de nível superior, aqui denominados de Polos Geradores de Viagens – PGV atraem e produzem viagens veiculares e de pedestres e causam impactos no trânsito de sua área de influência, que podem resultar em sobrecarga na utilização das vias de acesso e contribuir para o aumento dos congestionamentos e deterioração da acessibilidade dessas vias. O objetivo deste trabalho foi comparar o volume de veículos e de pessoas que frequentam diariamente um campus universitário fechado com metodologias existentes na literatura nacional e estrangeira. Foi pesquisado o Campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia, MG, um campus fechado de uma universidade pública, que atrai, diariamente, aproximadamente 20.000 pessoas e 7.000 veículos. Com base na quantidade máxima de veículos dentro do campus foi estimado o número de vagas de estacionamento para atender aos usuários, que foi comparado ao recomendado pela legislação.

Palavras-chave: polo gerador de viagem, instituição de ensino superior, taxa de geração de viagens, análise do impacto do tráfego de veículos.

¹ Aluno de iniciação científica (UFU projeto nº. C-018/2009), Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Civil, Av. João Naves de Ávila, 2121, Campus Santa Mônica Bloco 1Y, Uberlândia, MG Brasil, CEP: 38400-902, *e-mail*: apengcivil@gmail.com.br;

² Professor Orientador, Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Civil, Av. João Naves de Ávila, 2121, Campus Santa Mônica Bloco 1Y, Uberlândia, MG Brasil, CEP: 38400-902, *e-mail*: sorratin@ufu.br;

³ Colaborador, Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Mecânica, Av. João Naves de Ávila, 2121, Campus Santa Mônica Bloco 1M, Uberlândia, MG Brasil, CEP: 38400-902, *e-mail*: rafa_costab@yahoo.com.

ABSTRACT

Universities, treated here as Trip Generation Hubs, attract and produce vehicle and pedestrian trips and cause impacts in the traffic of their vicinity, which can result in overload in the use of the streets and can contribute for the increase of the congestion and deterioration of the accessibility of those roads. The aim of this work was to compare the volume of vehicles and people who daily attend a university campus with existing methodologies from national and foreign literature. The Campus under study was the *Santa Mônica* of the *Universidade Federal de Uberlândia*, MG, an access controlled campus of a public university, that attracts, daily, approximately 20,000 people and 7,000 vehicles. Based on the maximum amount of vehicles inside of the campus it was estimated the number of parking spaces to be available to users, which were compared with the number recommended by the legislation.

Keywords: trip generation hub, university, trip generation rate, traffic impact analysis.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos séculos, com o desenvolvimento da ciência e tecnologia, a população e seus empreendedores cada vez mais se tornaram preparados para implantar construções de maior porte. Tais construções – muitas vezes fascinantes e desafiadoras, além de atrair para si uma enorme atenção – têm normalmente como característica concentrar, em espaços restritos, um grande contingente de atividades e produzir viagens que necessitam de significativa infraestrutura viária e sistema de transportes.

A implantação de novos empreendimentos nas cidades, até mesmo aqueles de pequeno porte, é hoje objeto de grande preocupação das autoridades de planejamento do trânsito e do transporte urbano. Essa preocupação deve-se ao fato de que tais empreendimentos produzem ou atraem viagens e causam impactos no trânsito que resultam em sobrecarga na utilização das vias de acesso e contribuem para o aumento dos congestionamentos e deterioração da acessibilidade nas vias na área de influência dos empreendimentos. São, por isso, denominados Polos Geradores de Tráfego – PGT ou Polos Geradores de Viagem – PGV, conforme foram recentemente denominados no meio acadêmico.

Com o intuito de disciplinar ou até mesmo impedir a instalação de novos polos geradores, as cidades têm criado legislação específica para tratar da questão. Essa legislação está em consonância com as diretrizes contidas no Estatuto da Cidade – Lei nº. 10.257 de 2001 – que

estabelecem que se deva evitar a instalação de empreendimentos ou atividades que possam funcionar como polos geradores de tráfego sem a previsão da infraestrutura correspondente. Além disso, o Estatuto da Cidade torna obrigatória a elaboração de lei municipal definindo os empreendimentos e atividades, privados ou públicos, em área urbana que dependerão de elaboração do Estudo prévio de Impacto de Vizinhança – EIV, para obter as licenças ou autorizações de construção, ampliação ou funcionamento a cargo do Poder Público municipal.

O Campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia se constitui em importante polo gerador de viagens, onde se localizam várias faculdades e prédios administrativos. Por esse motivo são observados congestionamentos nas vias de acesso nos períodos de início e fim das atividades de estudo – principalmente nos períodos da manhã e início da noite – e a demanda sempre crescente por vagas para estacionamento de automóveis e motocicletas.

A metodologia utilizada neste trabalho fez a contagem visual dos veículos e pessoas que entraram no Campus Santa Mônica da UFU para se estimar a geração de viagens por esse polo gerador e poder concluir sobre o número de vagas de estacionamento para o mesmo. Os dados coletados foram comparados aos de modelos de geração de viagens existentes na literatura nacional e estrangeira para verificar se esses modelos podem ser aplicados na cidade de Uberlândia. Conclui-se, ao final do trabalho, sobre a utilidade de se utilizar esses modelos, se eles superestimam ou subestimam o número de viagens geradas e se a demanda por vagas de estacionamento no Campus Santa Mônica, de acordo com as variáveis explicativas propostas pelos modelos, são coerentes.

MATERIAL E MÉTODOS

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver uma metodologia de geração de viagens devido a estabelecimento público de ensino de nível superior. Os objetivos específicos foram: contabilizar o número de veículos e pedestres que entram no Campus Santa Mônica da UFU no período letivo e em horário de funcionamento do mesmo; aplicar os dados coletados nos modelos de geração de viagens existentes literatura nacional e estrangeira; e avaliar a necessidade de vagas de estacionamento para os diferentes meios de transporte usados pelos alunos e funcionários. Como recomendação para estudos futuros, os resultados aqui obtidos poderão ser comparados na avaliação de instituições privadas de ensino superior e na

estimativa do impacto no trânsito das vias de acesso, na circulação interna dos campi e em projetos de macro e micro acessibilidade para pessoas e bens.

Segundo a CET (1983), os PGV podem ser classificados de acordo com a natureza e quanto ao provável impacto que causam no sistema viário em função das atividades neles desenvolvidas. Quanto ao impacto que causam podem ser divididos em macropolo ou micropolos. Macropolo é um empreendimento cujo impacto causado é de uma magnitude tal que apenas a presença de um único polo deste tipo é suficiente para causar impactos significativos no tráfego das vias em seu entorno. São exemplos supermercados e centros comerciais – *shopping centers*. Os micropolos são empreendimentos que causam impacto pequeno, mas quando ocorre o agrupamento deste tipo de PGV, seu efeito pode ser bastante significativo. Dentre os exemplos encontram-se o caso de agrupamento de instituições de ensino além de farmácias, bares e clínicas.

As metodologias desenvolvidas para se avaliar o impacto de polos geradores de viagens variam em diversos aspectos, mas todas elas têm os objetivos comuns de: estimar o número de viagens geradas (produzidas e atraídas) na hora pico do empreendimento como também das vias adjacentes ao mesmo; determinar a escolha modal e a distribuição das viagens nas vias de acesso e egresso; e alocar o tráfego gerado em cada um dos locais de acesso ao empreendimento (STOVER; KOEPKE, 1988).

Um dos estudos pioneiros no Brasil, com o objetivo de estabelecer metodologias para avaliar impacto dos polos geradores de tráfego foi empreendido pela Prefeitura de São Paulo por intermédio da Companhia de Engenharia de Tráfego – CET. O trabalho está relatado no Boletim Técnico da CET, 32 (CET, 1983), denominado Polos Geradores de Tráfego e no Boletim Técnico da CET, 36 (CET, 2000), denominado Polos Geradores de Tráfego II.

Para o desenvolvimento dos modelos de geração de viagens e divisão modal, para o caso específico de escolas e faculdades, a CET entrevistou 3.007 alunos, separando as escolas nas categorias de faculdades, cursos vestibulares e escolas de 1^o e 2^o graus. A partir desses dados foram gerados três modelos de regressão linear (Equações 1, 2 e 3) para estimar o número médio de viagens atraídas por escolas, incluindo instituições de ensino superior, na hora de pico. As variáveis independentes utilizadas nos modelos foram: número de alunos (NA),

número de salas de aula (NS) e área total das salas (AS). A variável dependente fornece o número de viagens totais, ou seja, por todos os modos de transporte.

Equações do Número Médio de Viagens atraídas na hora-pico – V:

$$V = 0,432 NA - 106,303, \text{ onde } NA = \text{Número de Alunos}, R^2 = 0,707 \quad (1)$$

$$V = 0,343 AS + 434,251, \text{ onde } AS = \text{Área total das Salas}, R^2 = 0,684 \quad (2)$$

$$V = 22,066 NS + 102,186, \text{ onde } NS = \text{Número de Salas de aula}, R^2 = 0,850 \quad (3)$$

A CET sugere que se deve dar preferência ao modelo (3), pois é o que apresenta o maior valor de R^2 e também que sejam obedecidas as seguintes restrições:

O modelo (1) só deve ser utilizado para PGV com $NA < 13.000$ alunos;

O modelo (2) só deve ser utilizado para PGV com $AS < 13.000 \text{ m}^2$;

O modelo (3) só deve ser utilizado para PGV com $NS/NA \geq 0,005$.

Para o dimensionamento do número de vagas de estacionamento – NV a CET sugere o seguinte modelo para faculdades e cursos vestibulares:

$$NV = 0,29 V \quad (4)$$

Onde:

0,29 = porcentagem das viagens por automóvel atraídas pelo PGV;

V = número de viagens atraídas pelo PGV na hora de pico (estimado pelas Equações 1, 2 ou 3).

Na metodologia desenvolvida pelo *Institute of Transportation Engineers* – ITE em 1985 (citado por Stover e Koepke, 1988), são estabelecidos índices de geração de viagens (*Trip generation rates*) de acordo com o tipo de ocupação do solo urbano – residencial, institucional, comercial, industrial, recreacional e outros. O programa computacional *Trip Generation, Version 5*, também desenvolvido pelo ITE (ITE, 2006), fornece o número de viagens geradas (produzidas e atraídas) por automóvel por dia e nas horas de pico da manhã e da tarde em função do número de alunos e do número de empregados das universidades. A

taxa de geração fornecida é de 2,38 viagens de automóvel por aluno para as 24 h do dia da semana e de 0,21 viagens de automóvel por aluno na hora de pico da manhã e da tarde.

A Tabela 1 mostra os três modelos de geração de viagens para o caso de estabelecimentos de ensino de nível superior desenvolvidos pela CET e também o modelo desenvolvido pelo programa do ITE. A variável dependente nos modelos da CET é o número médio de viagens atraídas pelo estabelecimento na hora de pico do mesmo, que pode ou não coincidir com a hora de pico das vias adjacentes. A variável dependente no modelo do ITE é o número de viagens geradas (produzidas e atraídas) por automóvel.

Tabela 1
Modelos de Geração de Viagens

Descrição	Modelos	Variável Dependente	Variável Independente	Restrição	Nº de vagas por auto na hora pico
CET (1)	$V = 0,432 NA - 106,303$	Número Médio de Viagens atraídas na hora pico (viagens/h)	NA = Número de alunos	NA < 13.000	
CET (2)	$V = 0,343 AS + 434,251$		AS = Área total das salas	AS < 13.000 m ²	0,29*V
CET (3)	$V = 22,066 NS + 102,186$		NS = Número de salas de aula	NS/NA ≥ 0,005	
ITE (1985)	$V = 2,38 NA$	Número médio de viagens geradas por auto por dia	NA = Número de alunos	Não há	0,21*NA

No Brasil, a maioria dos estudos que tratam do tema tem se concentrado principalmente em estudos de polos geradores do tipo *shopping centers*, que já possuem metodologias consagradas como a de Grandó de 1986 (GRANDO, 1986) e a de Grandó aperfeiçoada de 1994 (GOLDNER, 1994). No cadastro bibliográfico organizado por Portugal e Goldner (2003) são catalogados 94 estudos nacionais e internacionais sobre o processo de geração de

viagens e demanda por estacionamentos em *shopping centers*. Na mesma publicação, para o caso de estabelecimentos de ensino, são citadas apenas seis publicações, sendo somente duas delas brasileiras e as únicas publicações na América Latina.

O Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN (DENATRAN, 2001) apresenta um roteiro básico para a elaboração de estudos de polos geradores que é dirigido aos municípios e órgãos de trânsito. Apesar de sugerir uma metodologia de análise o documento continua a propor os mesmos modelos desenvolvidos pela CET para a estimativa das taxas de geração de viagens e de número de vagas de estacionamento.

A Universidade Federal de Uberlândia, ao aderir ao Programa REUNI do Ministério da Educação – MEC, prevê a expansão do Campus Santa Mônica com a construção de novos prédios para acomodar novos cursos e também prédios para salas de aulas, como os que estão sendo construídos próximos à Biblioteca. O REUNI prevê também a ampliação do número de vagas nos cursos já existentes, o que contribui ainda mais para o aumento do número de alunos, professores, servidores técnico-administrativos, etc. O que pode acarretar impactos no transporte e no trânsito, não só no campus, mas em toda a sua área de influência na cidade.

Poucos são os estudos e dados disponíveis no Brasil sobre o comportamento do tráfego na área de influência de estabelecimentos de ensino isolados ou agrupados, como é o caso do Campus Santa Mônica da UFU. As leis existentes, apesar de especificarem o tipo de empreendimento e áreas que são sujeitas ao Estudo de Impacto de Vizinhança, não discorrem sobre metodologias e modelos a serem utilizados em cada caso na análise de impactos dos PGV.

Com este trabalho pretende-se também colaborar com a Rede Ibero-americana de Estudo de Polos Geradores de Viagens – Rede PGV, que foi criada com o objetivo de reunir pesquisadores para desenvolver taxas de geração de viagens para as condições do Brasil e da América Latina. A Rede conta com o patrocínio do Ministério da Ciência e Tecnologia, por meio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e com a participação, atualmente, de 27 universidades de nove países ibero-americanos.

Com base no acima exposto há a necessidade de que os modelos de geração de viagens por instituições de ensino propostos pela literatura nacional e estrangeira sejam atualizados e aperfeiçoados, para que sejam utilizados na avaliação do impacto que provocam no trânsito

local e nas imediações dessas instituições, bem como na definição do número de vagas de estacionamento para os diferentes modos utilizados por alunos e funcionários.

RESULTADOS

A metodologia utilizada neste trabalho contou as viagens geradas num dia letivo no Campus Santa Mônica para todos os modos de transporte utilizados por alunos e funcionários. Inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica para verificar os modelos desenvolvidos pela literatura nacional: (CET, 1983, 2000), (GRANDO, 1986) (GOLDNER, 1994), (DENATRAN, 2001), e internacional: (STOVER; KOEPKE, 1988) (ITE, 2006) e outras que foram pesquisadas. Posteriormente foi feita a coleta de dados das variáveis explicativas dos modelos estudados, que são o número de alunos que frequentam o Campus, o número de salas de aula e a área média dessas salas. Esses dados foram obtidos em documentos publicados pela universidade e em projetos de construção dos edifícios da mesma.

Outra etapa contou o número de veículos e pessoas que entram no campus Santa Mônica no período letivo e em horário de funcionamento do mesmo. Por se tratar de um campus fechado, com entradas e saídas bem definidas, a coleta foi feita manualmente e contou todos os veículos, como automóveis, ônibus, motocicletas, bicicletas e pedestres que entraram no campus em um dia letivo. Os dados coletados foram aplicados na Equação (4), para o caso específico dos automóveis, e em outros modelos encontrados na literatura para se determinar a quantidade necessária de vagas de estacionamento para os diferentes modos de transporte utilizados por alunos e funcionários da universidade.

A coleta dos dados foi realizada nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2009. Nesta etapa foi contado o número de veículos e pessoas que entraram no campus Santa Mônica em dia letivo e em horário de funcionamento. O campus contém duas entradas para veículos e pedestres e seis entradas apenas para pedestres, que são utilizadas para a entrada e saída do campus.

O Campus possui entradas bem definidas e, devido ao pequeno número de pesquisadores, a coleta de dados foi realizada em dias diferentes. Foi escolhido um dia por semana, durante os meses citados, para a realização da coleta no período de 6h00min às 23h00min horas de cada dia. O período diário da coleta foi dividido em intervalos de 15 minutos para se fazer uma

análise mais detalhada. Observou-se a entrada e saída de pedestres e veículos como: carros, motocicletas, bicicletas, ônibus e caminhões. Com a coleta de dados obteve-se um provável número de viagens geradas pelo campus Santa Mônica em um dia letivo normal.

Os dados coletados referentes à entrada e saída de pedestres das cinco entradas principais do campus foram digitados numa tabela em planilha eletrônica que resultou no gráfico da Figura 1. A Figura 1 mostra o volume horário de pedestres que entraram e saíram do Campus Santa Mônica, que inclui as viagens a pé e aqueles usuários que usaram o transporte coletivo público. Percebe-se que a entrada de pedestres foi maior entre 07h00min e 08h00min, com 949 pessoas, e a saída foi maior entre 12h00min e 13h00min, com 869 pessoas. No total 7.707 pedestres entraram no campus e 7.327 saíram. Essa pequena diferença entre entradas e saídas (4,9%) ocorreu porque a contagem nas cinco entradas não foi feita em um mesmo dia, devido ao pequeno número de pesquisadores, e também a possível permanência de alguns pedestres dentro do Campus após as 23h00min. A maior quantidade horária de pedestres dentro do Campus foi de 1.814, entre 09h00min e 10h00min.

O número médio de ocupação adotado para os veículos do tipo ônibus fretado foi de 20 pessoas devido ao fato desses veículos entrarem totalmente cheios e saírem totalmente vazios ou vice-versa, pois geralmente eles não ficam estacionados dentro do campus aguardando os estudantes. Assim, adotou-se um número médio, já que esse tipo de veículo transporta normalmente 40 pessoas e contribui bastante no número total de pessoas que entram e saem do campus. O número adotado para motocicletas e bicicletas foi de uma pessoa por veículo, definido por meio de observações no momento da coleta de dados. A ocupação de 1,5 pessoas para os automóveis foi obtida porque geralmente a quantidade de pessoas por automóvel observada foi de uma a duas pessoas. O número total de pessoas que entraram e saíram do campus Santa Mônica por hora é mostrado no gráfico da Figura 2. Percebe-se que o maior volume de entrada de pessoas, de 2.694, ocorreu entre 07h00min e 08h00min e o maior volume de saída, de 2.459, ocorreu entre 11h00min e 12h00min, diferente do horário de saída de pedestres. O máximo número horário de pessoas dentro do Campus foi de 4.311, entre 09h00min e 10h00min.

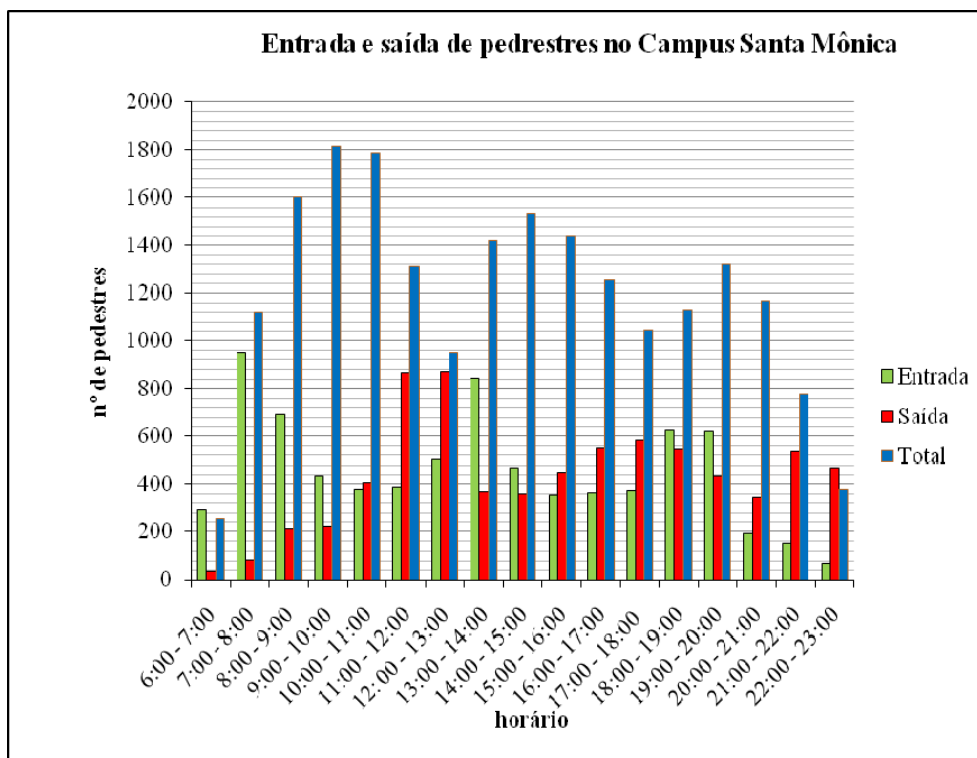


Figura 1: Quantidade de pedestres por hora

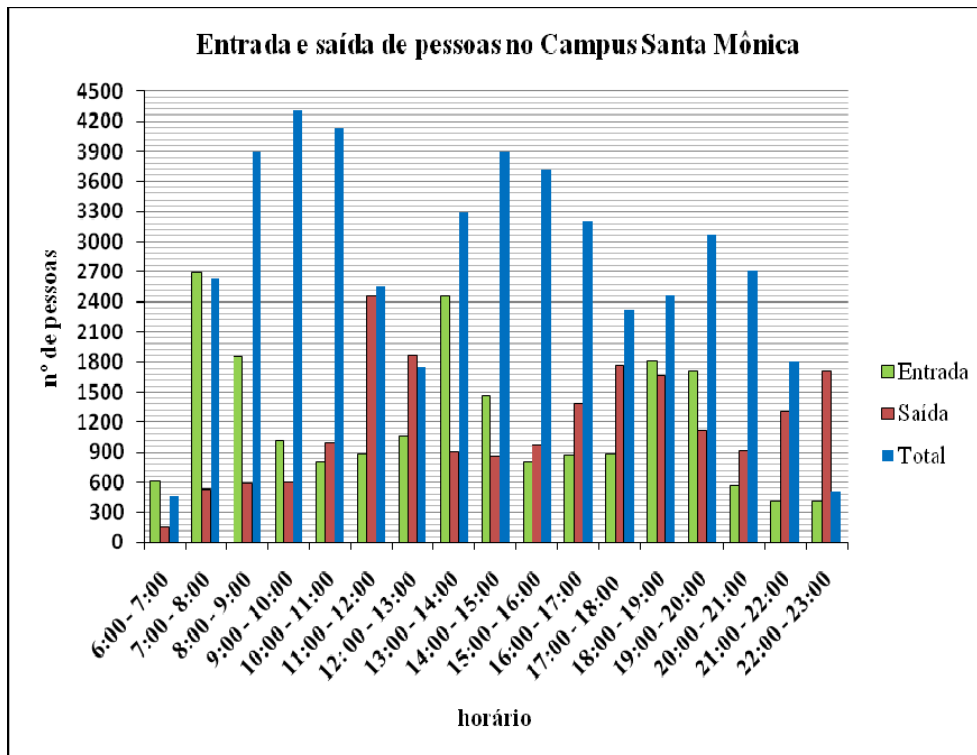


Figura 2: Quantidade de pessoas por hora

No total, 20.321 pessoas entraram no campus e 19.810 saíram. Essa pequena diferença (6,0%) ocorreu porque a contagem de pedestres nas entradas não foi feita em um mesmo dia, devido ao pequeno número de pesquisadores, e também a possível permanência de alguns pedestres dentro do Campus após as 23h00min.

Os veículos foram contados nas duas entradas, simultaneamente, e os resultados estão no gráfico da Figura 3. A Figura 3 mostra que o maior volume horário de entrada de veículos no campus, de 1.210 veículos, ocorreu entre 07h00min e 08h00min e o maior volume horário de saída, de 1.058 veículos, ocorreu entre 11h00min e 12h00min. Percebe-se que o volume de motocicletas, bicicletas e ônibus é bem menor que o volume de automóveis. O pequeno volume de ônibus é explicado porque foram contados somente os particulares. Os ônibus urbanos, que servem o transporte público, não entram no Campus, portanto, não foram contados. Os usuários do transporte coletivo que entram no campus foram contados como pedestres. Quanto aos automóveis, que apresentaram grande volume horário, 7.059 entraram no campus e 6.575 saíram. Essa pequena diferença (6,8%) ocorreu porque a contagem foi realizada no intervalo de 06h00min as 23h00min e alguns veículos passam a noite dentro do Campus ou saem após as 23h00min.

A demanda sempre crescente por estacionamento dentro do campus Santa Mônica mostrou a necessidade de uma análise do número de vagas de estacionamentos. Para essa análise foi necessário saber quantos automóveis estavam dentro do campus no intervalo de uma hora ao longo de um dia letivo, o que é apresentado na Figura 4. A quantidade de vagas de estacionamento existente atualmente no campus Santa Mônica foi obtida de uma planta baixa fornecida pela Diretoria de Obras da Universidade Federal de Uberlândia, a qual possibilitou a visualização geral das áreas que estão destinadas a estacionamento. O número existente é de 1.024 vagas e o número mínimo pode ser estimado com base na área construída do campus. A legislação do município de Uberlândia recomenda que um estabelecimento de ensino de nível superior contenha, no mínimo, uma vaga de estacionamento para cada 25 m² de área construída, o mesmo recomendado pela CET (1983) para faculdades com área construída maior que 4.000 m². Percebe-se, na Figura 4, que a quantidade máxima de automóveis do campus Santa Mônica, de 1.468, ocorreu entre 09h00min e 10h00min. O número de veículos estacionados é maior que o número de vagas disponíveis. A deficiência no número de vagas faz com que os veículos em excesso fiquem estacionados em locais proibidos e em áreas do campus não reservadas para estacionamento.

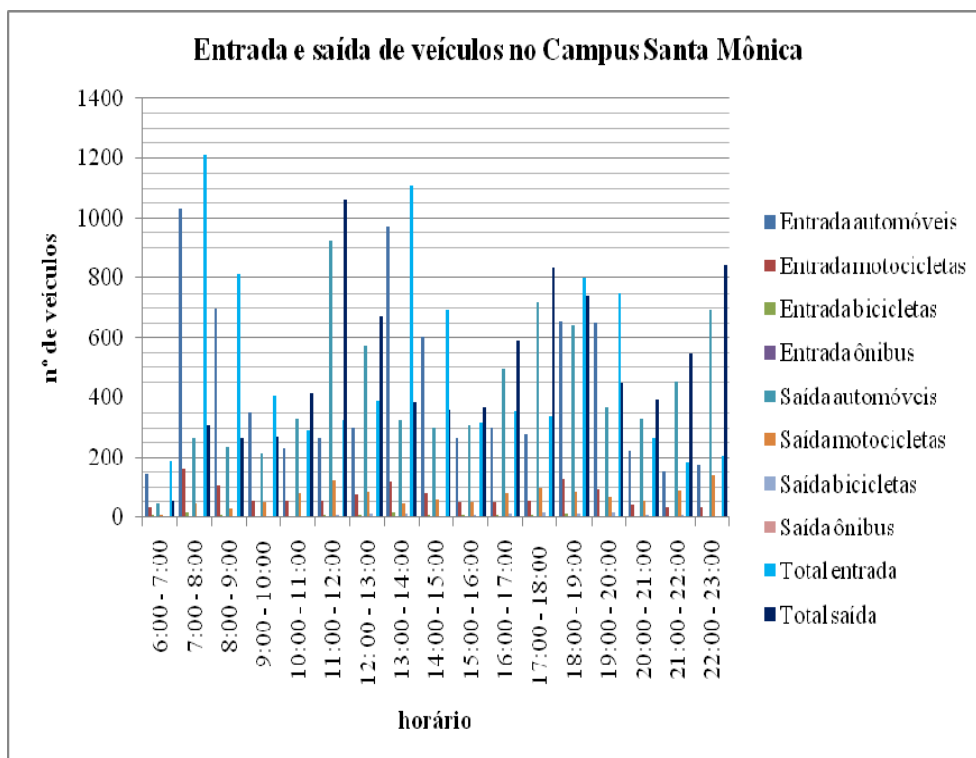


Figura 3: Número de veículos por hora

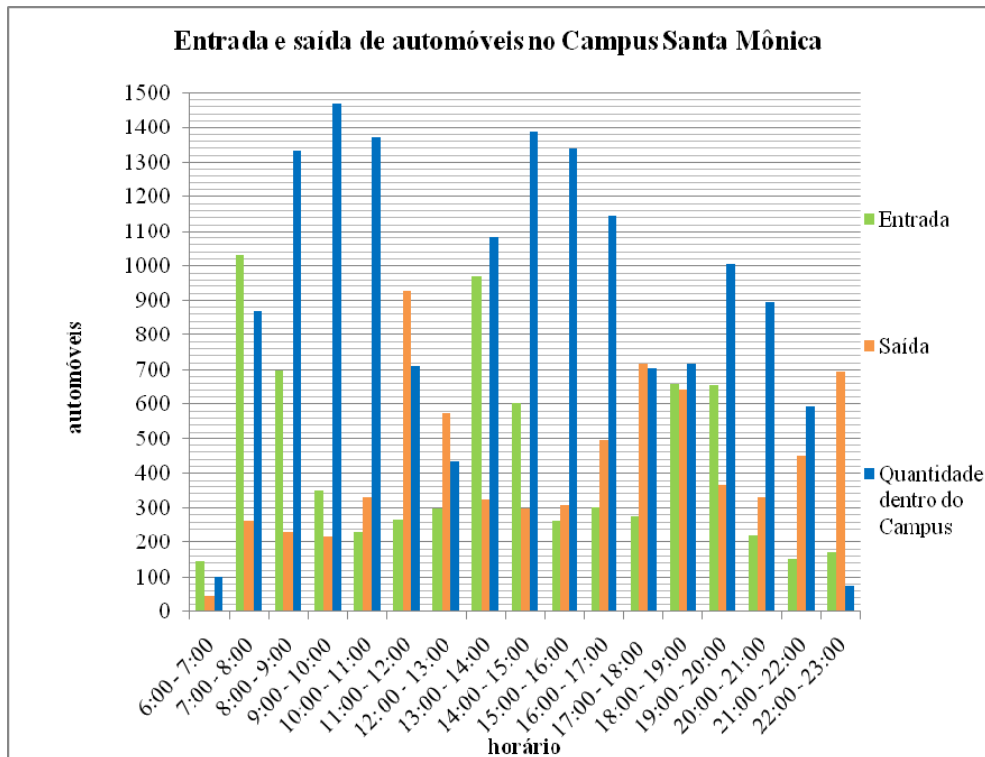


Figura 4: Quantidade de automóveis dentro do campus por hora

O número de motocicletas que frequentam o campus é significativo, porém não foi encontrada na legislação municipal nenhuma recomendação quanto ao número de vagas de estacionamento para esses veículos em estabelecimento de ensino superior. Foi feita uma contagem visual do número de vagas para motocicletas existentes no campus, obtendo-se 117 vagas. Percebe-se, na Figura 5, que a quantidade máxima de motocicletas do campus Santa Mônica, de 214, ocorreu entre 19h00min e 20h00min. O número de motocicletas estacionadas foi maior que o número de vagas disponíveis, isto porque muito dos condutores estacionam em locais proibidos ou em áreas não destinadas a estacionamento.

Os dados coletados mostram que o total de pedestres e veículos que frequentaram o Campus Santa Mônica em um dia letivo normal foi: 7.707 pedestres e 8.107 veículos, incluindo bicicletas, valores que representam as entradas totais. Os valores devem ser analisados com cuidado, pois algumas das pessoas entram e saem mais de uma vez no campus num mesmo dia. A grande quantidade de veículos que acessam o campus, ao longo do dia, sobrecarrega o trânsito nos arredores. Sendo assim, esses números servirão para uma análise futura e detalhada dos impactos do Campus Santa Mônica como um polo gerador de viagens.

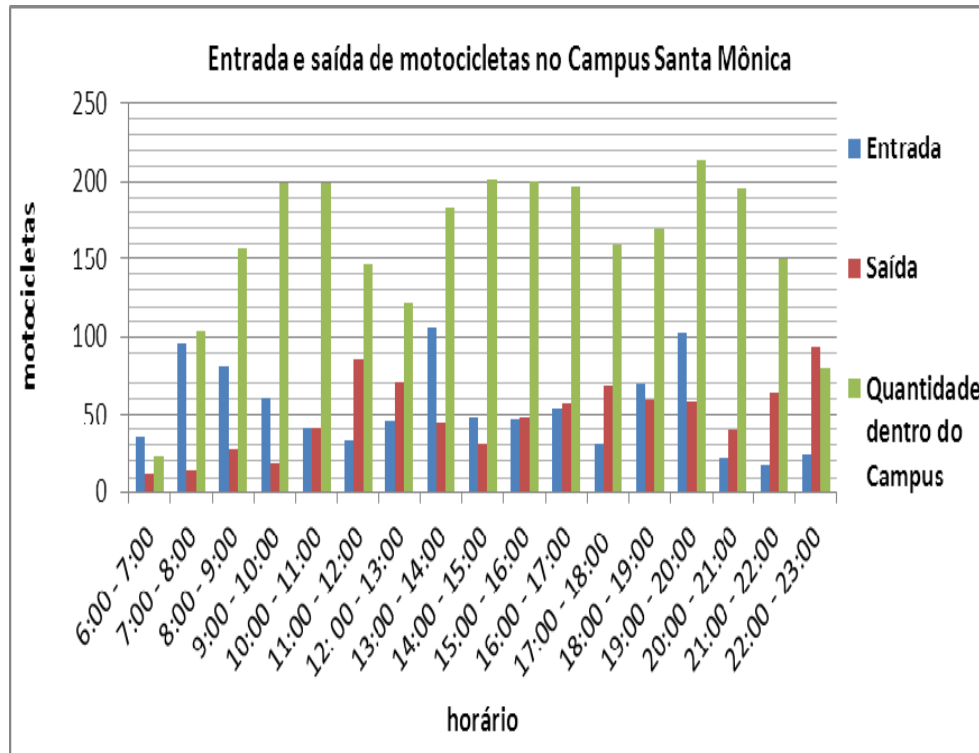


Figura 5: Quantidade de motocicletas dentro do campus por hora

DISCUSSÃO

Foram pesquisados e coletados dados junto à administração do Campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia e obtidas as seguintes informações: número de alunos NA matriculados nos cursos = 8.820, número de salas de aulas NS de 140 e a área total dessas salas AS de 9.078 m². As restrições dos modelos da CET-SP foram atendidas, ou seja, o número de alunos NA é menor que 13.000, a área das salas AS é menor que 13.000 m² e a relação NS/NA = 0,016 também atende ao mínimo de 0,005.

Aplicando-se os valores coletados nas equações dos modelos 1 a 3 da CET-SP obtém-se o número de viagens atraídas na hora pico para todos os tipos de meios de transporte, inclusive o modo a pé. Utilizando-se a Eq. (4) obtém-se número de vagas de estacionamento, ou seja, tem-se uma estimativa do número de viagens atraídas por automóvel apenas. Esses valores são mostrados na Tabela 2.

Aplicando-se o modelo do ITE foram obtidas as viagens conforme consta na Tabela 3. Deve-se observar que os modelos da CET-SP estimam apenas as viagens atraídas ao passo que o modelo do ITE estima tanto as viagens atraídas como as produzidas na hora pico. O modelo do ITE não estima o número de viagens totais, para todos os modos, por isso não foi possível comparar com as estimativas das equações da CET-SP.

Tabela 2
Viagens geradas no Campus Santa Mônica pelos modelos da CET-SP

Descrição	Modelos	Nº médio de viagens atraídas na hora pico (viagens/h)	Nº de vagas de estacionamento Eq. (4)
CET-SP (1)	V = 0,432 NA – 106,303	3.704	1.075
CET-SP (2)	V = 0,343 AS + 434,251	3.549	1.029
CET-SP (3)	V = 22,066 NS + 102,186	3.192	926

Como se observa na Tabela 2, o modelo da CET-SP (1) que usa o número de alunos como variável independente produz o maior valor para o número médio de viagens atraídas na hora pico para todos os modos e o maior número de viagens produzidas por automóvel na hora pico. Ao se comparar as Tabelas 2 e 3 percebe-se que o número de viagens atraídas por automóvel na hora pico dos modelos da CET-SP e o número do ITE diferem, com uma estimativa maior para o modelo do ITE. Isso era o esperado, pois a utilização do automóvel para viagens urbanas é maior nos Estados Unidos do que no Brasil.

Como se observa na Tabela 2, o modelo da CET-SP (Eq. 4), que usa o número de alunos como variável independente, produz o maior valor para o número de vagas de estacionamento, de 1.075 vagas. O número máximo de veículos observado na pesquisa foi de 1.468, portanto superior ao estimado pela Equação (4).

Tabela 3
Viagens geradas no Campus Santa Mônica pelo ITE

Descrição	Modelos	Nº médio de viagens geradas por auto por dia (viagens/dia)	Nº de viagens geradas por auto na hora pico da manhã (viagens/h)	
			Produzidas	Atraídas
ITE(1985)	V = 2,38 NA	20.992	353	1.499

Os resultados da pesquisa no Campus Santa Mônica indicam que os valores estimados pelos modelos da CET-SP resultaram próximos, como se observa na Tabela 4. Os valores estimados pelo ITE também resultaram próximos ao da pesquisa, porém um pouco superestimados para o número médio de viagens geradas por auto por dia, de 20.992, como se observa na Tabela 3.

Tabela 4
 Comparação das viagens geradas

Descrição	Nº médio de viagens atraídas na hora pico (viagens/h)	Nº médio de viagens geradas por auto por dia (viagens/dia)	Nº de vagas de estacionamento
CET-SP (1)	3.704	–	1.075
CET-SP (2)	3.549	–	1.029
CET-SP (3)	3.192	–	926
ITE	–	20.992	1.852
Campus Santa Mônica	2.159	14.496	–

Como se observa na Tabela 4 os modelos superestimou o número de viagens por auto por dia no Campus Santa Mônica. A superestimativa foi maior para o modelo de geração de viagens do ITE para o número médio de viagens geradas por auto por dia. Os modelos da CET-SP também superestimaram os valores para as viagens atraídas na hora de pico.

A sugestão da CET-SP de se usar o modelo 3 foi confirmada para o caso das viagens atraídas na hora pico, em que o valor calculado de 3.192 viagens foi o que mais se aproximou dos dados levantados no campus, de 2.159 viagens. Porém, o modelo 3 resultou no menor número de vagas de estacionamento, com 926 vagas, subestimando o número considerado como ideal para o campus Santa Mônica (1.468 vagas). Já o ITE superestimou não só o número de viagens como também o número de vagas de estacionamento. A superestimativa para os valores do ITE era esperada por ser uma metodologia norte-americana onde se utiliza mais o automóvel para as viagens do que no Brasil.

CONCLUSÃO

Este trabalho avaliou as viagens geradas por um polo gerador de viagens PGV, no caso um campus universitário, o Campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia. Foram coletados dados de entrada e saída de veículos e pedestres e estimado o número total de pessoas que frequentam o campus diariamente. Posteriormente foram comparados os dados coletados com modelos de geração de viagens existentes na literatura, sendo que os principais foram três modelos da CET-SP e o modelo de geração de viagens do ITE.

Conclui-se que os modelos, tanto da CET-SP como do ITE, superestimaram as viagens geradas, com superestimação maior para o modelo do ITE. O número médio de viagens geradas por automóvel por dia foi estimado pelo modelo do ITE em 20.992, enquanto que o número pesquisado no campus foi de 14.496 viagens. Os modelos da CET-SP também superestimaram o número médio de viagens atraídas na hora de pico, quando foram estimadas mais de 3.000 viagens pelos três modelos se comparadas com as coletadas na pesquisa, de 2.159.

A legislação municipal recomenda que estabelecimentos de ensino de nível superior proporcione uma vaga de estacionamento para cada 25 m² de área construída. Porém, a legislação não especifica se os estabelecimentos são públicos, como no caso do Campus da Universidade Federal de Uberlândia ou privados. O número de vagas regulamentadas existente no campus é de 1.024 e o número máximo de veículos observado na pesquisa foi de 1.468, portanto superior ao existente. O modelo da CET-SP (Eq. 4) que usa o número de alunos como variável independente produziu o maior valor para o número de vagas de estacionamento, de 1.075 vagas, inferior ao necessário segundo o observado na pesquisa. Essa deficiência no número de vagas faz com que os veículos em excesso fiquem estacionados em locais proibidos e em áreas do campus não reservadas para estacionamento. A utilização de vias, rotatórias e jardins, por exemplo, como área de estacionamento para suprir a deficiência, causa transtornos e prejudica a circulação dentro do campus.

O número de motocicletas que frequentam o campus é significativo, porém não foi encontrada na legislação do município de Uberlândia nenhuma recomendação quanto ao número de vagas de estacionamento para tais veículos, em estabelecimento de ensino superior. O número de vagas regulamentadas para motocicletas existente no campus é de 117 e o número máximo de motocicletas observado na pesquisa foi de 214, portanto superior ao existente. Isso ocorre porque muito condutores estacionam em locais proibidos ou em áreas não destinadas a estacionamento, provocando transtornos e dificultando a circulação.

Pode-se concluir a partir deste trabalho que, de uma maneira geral, os modelos existentes na literatura superestimam a geração de viagens a campi universitários. Por outro lado, a quantidade de vagas de estacionamento nesses locais é insuficiente para a demanda de veículos.

AGRADECIMENTOS

Ao professor José Aparecido Sorratini pelo incentivo e orientação nesta pesquisa. Ao amigo e colaborador Rafael Costa Barbosa pelo auxílio na coleta de dados. À UFU pelo apoio financeiro, fundamental na execução do trabalho.

REFERÊNCIAS

CET – Companhia de Engenharia de Tráfego. Pólos geradores de tráfego. Boletim Técnico da CET, 32. São Paulo: CET, 1983. 154 p.

CET – Companhia de Engenharia de Tráfego. Pólos geradores de tráfego II. Boletim Técnico da CET, 36. 2. ed. São Paulo: Companhia de Engenharia de Tráfego, 2000. 54 p.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. Manual de procedimentos para o tratamento de pólos geradores de tráfego. Brasília: DENATRAN/FGV, 2001. 84 p.

GOLDNER, L. G. Uma metodologia de avaliação dos impactos dos *shopping centers* sobre o sistema viário urbano. Tese (Doutorado) – Programa de Engenharia de Transportes/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1994.

GRANDO, L. A interferência dos pólos geradores de tráfego no sistema viário: análise e contribuição metodológica para *shopping centers*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia de Transportes/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1986.

ITE – Institute of Transportation Engineers. Trip generation, Version 5. Seattle: Microtrans, 2006.

MACEDO, M. H. Relatório de impacto no trânsito devido à expansão do número de vagas da Faculdade Padrão. Relatório apresentado à Secretaria Municipal de Trânsito, Goiânia, não publicado, 2002.

PORTUGAL, L. da S.; GOLDNER, L. G. Estudo de pólos geradores de tráfego e de seus impactos nos sistemas viários e de transportes. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2003. 322 p.

STOVER, V. G.; KOEPKE, F. J. Transportation and land development. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1988. 239 p.