

Influência de perfis e localizações dos usuários nas taxas de geração de viagens de estabelecimentos de ensino superior

[Influence of users' profiles and locations on the trip generation rates of higher education facilities]

Peolla Paula Stein, Antônio Néelson Rodrigues da Silva*

University of São Paulo - Brazil

Submitted 6 May 2013; received in revised form 30 Sep 2013; accepted 1 Nov 2013

Resumo

Os campi universitários são frequentemente importantes polos geradores de viagens. Vários estudos já demonstraram que as taxas de viagens associadas a este tipo de construção dependem dos perfis dos usuários (ou seja, estudantes de graduação e pós-graduação, funcionários e professores). Outros aspectos importantes, tais como as localizações das origens de viagem, porém, nem sempre são levados em conta para o cálculo das taxas de viagens. Este estudo visa demonstrar que as variações nas taxas de viagens produzidas tanto pelos diferentes perfis dos usuários como pelas origens das viagens não devem ser ignoradas, especialmente se estas taxas vierem a ser usadas para estimar a demanda para provisão de infraestrutura. A análise foi baseada em um estudo de caso de um campus universitário bem conectado à rede viária de uma cidade de médio porte, e localizado a apenas 1,6 km de distância do centro urbano. Contudo, o método proposto pode ser aplicado em outros contextos.

Palavras-Chave: taxas de geração de viagens, instituições de ensino superior.

Abstract

University campuses are quite often important trip generators. Several studies have shown that the trip rates associated to this type of educational facility are strongly dependent on the users' profiles (i.e., graduate and undergraduate students, staff, and faculty). Other equally important aspects, such as the locations of the trip origins, however, are not always taken into account in the estimation of trips rates. This study aims to show that the variations on trip rates produced by both characteristics (i.e., the different users' profiles and the origins of their trips) should not be neglected, particularly if the trip rates are going to be used for estimating the demand for infrastructure provision. The analysis was based on a case study of a university campus well connected to the street network of a medium-sized city, and located only 1.6 km away from the Central Business District. However, the approach proposed can be applied in other contexts.

Key words: trip generation rates, higher education facilities.

* Email: anelson@sc.usp.br.

Recommended Citation

Stein, P. P. and Silva, A. N. R. (2014) Influência de perfis e localizações dos usuários nas taxas de geração de viagens de estabelecimentos de ensino superior. *Journal of Transport Literature*, vol. 8, n. 3, pp. 89-106.

Introdução

Ao longo dos últimos anos, vários estudos foram conduzidos para investigar as formas e o comportamento das comunidades universitárias em seus acessos às suas respectivas instalações de trabalho e estudo. Estas pesquisas buscavam, entre outras coisas, reconhecer padrões nos deslocamentos diários, semanais, mensais e até mesmo anuais de estudantes, professores e funcionários técnico-administrativos. Nunes e Jacques (2005) e Delmelle e Delmelle (2012) destacam a importância de conhecer os padrões de deslocamento dos estudantes universitários para a tomada de decisões. Ainda segundo esses autores, é preciso caracterizar também padrões comportamentais, de forma a entender os aspectos relativos à possibilidade de mudança por parte dos usuários dos sistemas de transportes em um campus universitário e no seu entorno. A distribuição modal também é uma importante informação nos estudos de deslocamentos aos campi universitários, conforme salientado por Herz *et al.* (2007) em uma pesquisa sobre as características das viagens universitárias na cidade de Córdoba, na Argentina. O estudo ressalta a importância de investigar as universidades como PGV, conhecendo seus padrões específicos de geração de viagens e distribuição modal, pois a literatura internacional pode ser pouco aplicável em algumas localidades específicas.

É neste contexto que este trabalho está inserido. Considerou-se que os campi universitários constituem importantes polos de geração de viagens, frequentados por distintos perfis de usuários. Estes usuários, embora em sua grande maioria tenham horários coincidentes devido a própria natureza da instituição de ensino, ainda assim apresentam diferenças quanto ao seu comportamento em relação à forma como se deslocam até o campus. Desta maneira, este trabalho visa demonstrar que as variações nas taxas de geração de viagens para instituições de ensino superior não devem ser ignoradas e são dependentes dos perfis de usuários considerados (alunos de graduação e de pós-graduação, servidores docentes e servidores técnico-administrativos), assim como dos seus locais de origem.

A comparação dos resultados aqui obtidos com outros encontrados na literatura evidencia os possíveis problemas do cálculo de taxas de geração de viagens que, ao não considerarem as características mencionadas de forma detalhada, colocam em risco a sua utilização para projeções de demanda futura. Estimativas inadequadas podem criar problemas em relação à

utilização da infraestrutura dentro do campus, o que não contribui para a construção de ambientes mais sustentáveis.

A estrutura deste trabalho consiste primeiramente de um referencial teórico que apresenta estudos relacionados ao tema, desenvolvidos sobretudo ao longo da última década no Brasil e em outros países. São tratadas questões relacionadas às instituições de ensino como polos geradores de viagens, às taxas de gerações de viagens e às variáveis mais utilizadas nos modelos de geração. Em seguida é apresentada a metodologia executada em cada etapa do trabalho, que envolve um estudo de caso. Na sequência são apresentados e analisados os resultados obtidos, através da aplicação dos dados obtidos no caso estudado a novos modelos, e de comparações com modelos já existentes, relatados na literatura. Por fim, é adotado um aumento hipotético no número de alunos de graduação e construídos cenários para estimativa de viagens veiculares a partir de simulações de cenários com variações na distribuição espacial desses novos alunos ao redor do campus. Finalmente, são apresentadas as conclusões deste estudo, de forma a contribuir para a evolução dos cálculos de taxas de geração de viagem em contextos semelhantes ao que foi aqui investigado.

1. Instalações educacionais como polos de geração de viagens

Como observado por Parra (2006), um campus universitário é, em geral, um PGV com intensidade de macropolo, que influencia e é influenciado pelas condições da cidade em que se insere. Pode-se dizer também que os PGV's atuam como elementos estruturadores do espaço urbano. Em especial, PGV's com determinadas características, como pode ser o caso das universidades, têm a capacidade de atrair e produzir viagens que sejam denominadas sustentáveis. Segundo Holmes e Hemert (2008), Polos Geradores de Viagens Sustentáveis são empreendimentos localizadas em áreas cujas condições permitam estimular a mobilidade sustentável, baseados nos deslocamentos não motorizados e por transporte público. Em complemento, Santos (2011) define que são empreendimentos preocupados com a sustentabilidade e com a qualidade de vida, não somente dentro de seus espaços privados, mas nos espaços urbanos aos quais se integram, visando reduzir impactos negativos sobre a cidade e sobre o meio ambiente.

Bertazzo *et al.* (2012) relatam que, no caso das instituições de ensino, as principais características das viagens dependem de variáveis relacionadas ao PGV, como nível de ensino ofertado, categoria da instituição, se pública ou privada, localização (urbana, suburbana ou rural), acesso ao sistema de transporte e disponibilidade de infraestrutura. Neste último aspecto se inserem as vagas para estacionamentos e áreas para operação de embarque e desembarque. Ainda segundo os mesmos autores, e também Souza (2007), as universidades têm características de viagens semelhantes às aquelas por motivo trabalho. São viagens regulares e programadas, em que os picos geralmente são coincidentes com os picos de uso do sistema viário da cidade, devido ao horário de início e término das aulas. Os frequentadores habituais do polo consistem em alunos, professores e funcionários. Para fins de estudo da demanda por transportes, é recomendável que estes grupos sejam tratados separadamente, em função de suas peculiaridades. Em geral, o grupo com o maior número de indivíduos é o de alunos. Portanto, em termos de viagens, produzem também os maiores impactos, especialmente se as viagens forem motorizadas.

Em um estudo envolvendo vários campi universitários nos Estados Unidos da América, Balsas (2002) evidencia a preocupação com a implantação e manutenção de infraestrutura de transportes. O autor salienta que as universidades estão tendo custos crescentes para construir e administrar a infraestrutura de transportes no interior dos seus campi. Estes oneram não apenas o orçamento das instituições, mas também a sua credibilidade de fomentar práticas inovadoras e sustentáveis junto à sociedade em geral, o que pode impactar de forma decisiva na sua missão principal, que é o ensino.

Em relação à produção e atração de viagens para instituições de ensino superior, Souza (2007) ressalta o elevado número de viagens realizadas por alunos, professores, funcionários técnico-administrativos e visitantes, por diferentes modos de transporte, tanto motorizados quanto não motorizados. O estudo desta geração de viagens é uma das técnicas utilizadas para planejamento e operação dos espaços físicos disponíveis para a infraestrutura de transportes. Isto se dá pelo cálculo de taxas de geração de viagens. São estas taxas que são usualmente empregadas, por exemplo, para determinar o número de vagas de estacionamento que uma instituição de ensino deve fornecer para os seus usuários. Desta forma, entende-se que estes modelos de geração de viagens, se ajustados adequadamente aos empreendimentos estudados, podem aumentar a precisão da previsão de viagens.

Diversos pesquisadores se dedicaram a estudar estas taxas para empreendimentos, dentre eles, para instituições de ensino (ver Tabela 1). Conforme relata Jacques *et al.* (2010), estes estudos são usualmente elaborados a partir de premissas básicas utilizadas nos modelos desenvolvidos para outros tipos de PGVs que não instituições de ensino, sobretudo com relação à classificação das viagens e ao uso dos valores produzidos pelos modelos de previsão. Essas premissas, no entanto, dificultam o uso dos resultados do estudo para efeito da adoção de estratégias voltadas à redução do impacto desses empreendimentos.

**Tabela 1 - Variáveis explicativas de estudos selecionados
(adaptado de Jacques *et al.*, 2010)**

| <i>Estudo</i> | <i>Objetivo da estimativa</i> | <i>Variáveis explicativas</i> |
|---------------------------------|--|--|
| CET (1983) | Viagens geradas em veículo na hora de pico e por dia | Número de alunos Número de funcionários Área total bruta |
| CET (2000) | Viagens atraídas na hora de pico | Número de alunos Área total de salas de aula |
| Pitsiava-Latinopoulo (2001) | Distribuição Modal Viagens geradas por dia | Número de alunos, Número de funcionários |
| Tectran (2003a,2003b, 2004) | Viagens geradas por dia e no horário de pico Viagens geradas por turno | Número de alunos Número de usuários |
| Souza (2007) | Viagens atraídas na entrada do turno Viagens produzidas na saída do turno | Número de alunos do turno |
| Herz <i>et al.</i> (2007, 2009) | Viagens geradas por dia | Número de alunos - Distância ao centro da cidade |

Observa-se que os métodos de previsão tradicionais não consideram por vezes todos os perfis de usuários regulares de um campus universitário, estudando muitas vezes somente o comportamento de viagens de alunos. Desta forma, interessa investigar outros fatores que podem ajudar a explicar a geração de viagens em universidades, com destaque para a variável sobre a localização do início da viagem, fato que motivou o presente estudo.

2. Metodologia

Para obtenção dos dados a serem utilizados nesta pesquisa, foi desenvolvido um questionário para aplicação *on-line*. A população considerada para a realização deste estudo é composta por alunos de graduação e pós-graduação, servidores técnico-administrativos e docentes, ou

seja, usuários com viagens regulares a uma instalação educacional de ensino superior, neste caso o campus da Universidade de São Paulo em São Carlos. Definida a população, foi necessário estimar uma amostra mínima para permitir generalizações. Para definição desta amostra foram utilizadas técnicas de amostragem aleatória simples e estratificada, de maneira a contemplar proporcionalmente os principais grupos de usuários do campus.

Foram caracterizados então os modos e os horários dos diversos deslocamentos realizados ao longo do dia. Na questão relativa à divisão modal, foram consideradas cinco opções: a pé, bicicleta, motocicleta, carro e transporte público (no caso da cidade estudada operam somente ônibus). Esses dados permitem caracterizar especificamente o impacto dos modos não-motorizados e dos motorizados individuais (carro e motocicleta) na matriz de deslocamentos para a Área I do Campus São Carlos da USP.

Na sequência, as informações de localização de início da viagem obtidas por meio dos questionários foram introduzidas em um Sistema de Informações Geográficas para conhecimento das distâncias percorridas. Para isso, foram identificadas as coordenadas de latitude e longitude dos cruzamentos entre vias informados como pontos iniciais do deslocamento de cada respondente. A base de dados com a localização da origem de cada deslocamento foi então usada na simulação proposta, juntamente com as informações geográficas das vias da cidade. Para definição das distâncias percorridas, esta análise levou em consideração percursos pelo sistema viário da origem informada até os portões de entrada do *campus*.

De posse das informações de número total de viagens, os modos pelas quais elas eram realizadas e as distâncias percorridas, foram calculadas as taxas de geração de viagens do campus, de três maneiras distintas: *i*) taxa média global, com base em todas as informações obtidas na pesquisa; *ii*) taxas médias por perfil de usuário do campus (alunos de graduação e pós-graduação e servidores técnico-administrativos e docentes), *iii*) taxas médias por perfil de usuário e por distância de viagem. No caso do item *iii*, as distâncias foram agrupadas em quatro bandas em torno do campus (até 250 metros, de 250 a 500 metros, de 500 a 750 metros, de 750 a 1000 metros e acima de 1000 metros), com base nas localizações das origens das viagens.

Os dados obtidos no caso estudado foram ainda usados para aplicação em modelos já existentes na literatura, a fim de realizar comparações entre os resultados obtidos com estes modelos e os resultados atingidos pela forma proposta neste artigo. Por fim, foi adotado um aumento hipotético de 25% no número de alunos de graduação e, a partir de variações na distribuição espacial desses novos alunos ao redor do campus, foram construídos cenários para estimativa de viagens veiculares a partir dos mesmos.

3. Resultados

Os resultados são apresentados em quatro subitens, de forma a contemplar o objetivo do estudo, ou seja, demonstrar que as variações nas taxas de viagens produzidas tanto pelos diferentes perfis dos usuários como pelas origens das viagens não devem ser ignoradas nos cálculos das taxas de geração de viagens de estabelecimentos de ensino superior.

Inicialmente são apresentadas algumas características gerais do campus estudado e sua inserção da cidade, bem como a caracterização de seus usuários regulares em termos de população total e da amostra considerada. Em seguida, são apresentadas estimativas de geração de viagens com base em diferentes taxas de geração, é feita uma comparação com outros modelos e, por fim, a criação de cenários para estimativa de viagens veiculares a partir dos mesmos.

3.1 O campus da USP de São Carlos e a amostra pesquisada

O campus da USP que é objeto desta pesquisa conta com duas Áreas (I e II) situadas na cidade de São Carlos, interior do estado de São Paulo. Com aproximadamente 220.000 habitantes, segundo o censo de 2010 (IBGE, 2010), São Carlos pode ser considerada uma cidade de porte médio para os padrões brasileiros. O campus estudado (Área I), conforme a Figura 1, possui uma área total de cerca de 320.000 m². Está localizado em plena área urbana, ficando distante cerca de 1.600 metros do centro comercial da cidade (distância aérea). Além disso, o entorno do campus é servido por diversas vias arteriais e coletoras, bem como por sistema de transporte coletivo por ônibus e calçadas para pedestres.

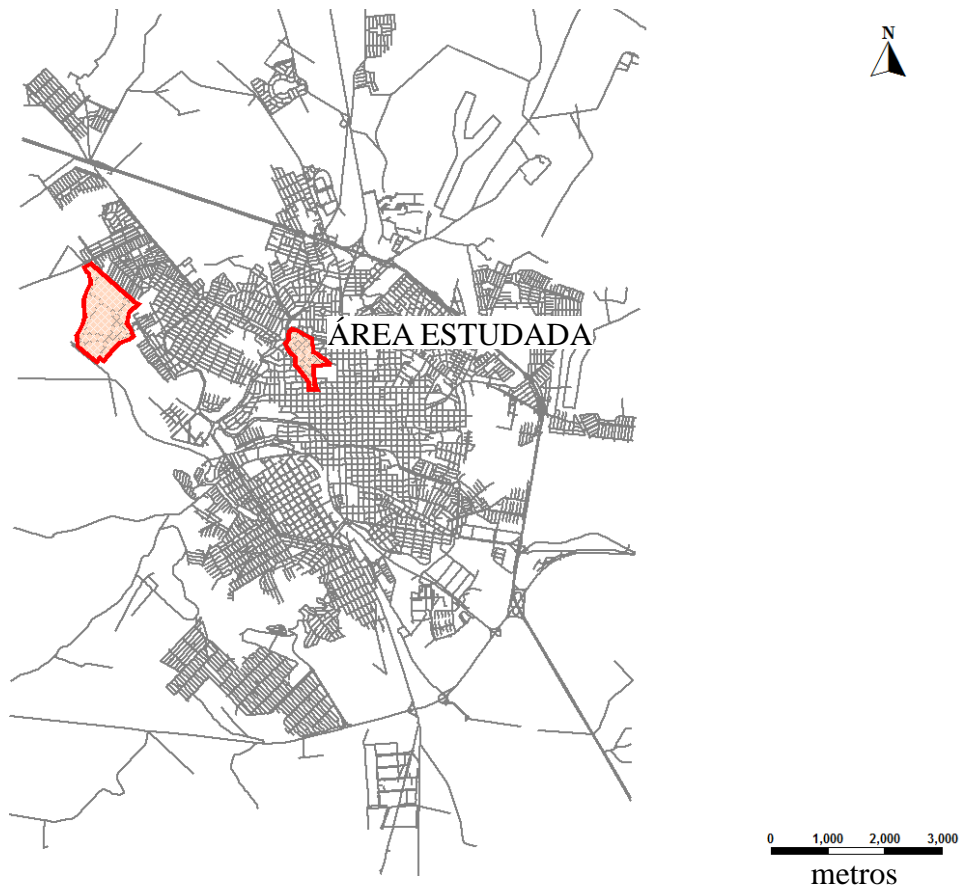


Figura 1 - Localização da Área I do campus em relação ao centro da cidade de São Carlos

A população do campus estudado somava, no ano de 2012, 8857 pessoas, segundo USP (2012). Deste total, 53,7% eram alunos de graduação, 27,0% eram alunos da pós-graduação, 13,2% eram servidores técnico-administrativos e 6,0% servidores docentes.

A aplicação do questionário *on-line* realizada para obtenção de dados resultou em 3100 respostas. Destas, 2260 foram consideradas válidas, por estarem totalmente preenchidas e pelo fato do respondente não ter se incluído na categoria “outros”. Este valor equivale a aproximadamente 25,5% do total da população do campus USP de São Carlos. Para que os resultados finais tivessem o nível de confiança desejado era necessário investigar, de forma estratificada, 22,0% da população total de cada grupo de usuários do campus USP de São Carlos. Os resultados obtidos apontam que a amostra estratificada da população obtida ao fim da aplicação do questionário foi de 18,9% de alunos da graduação, 26,2% de alunos da pós-graduação, 41,0% de servidores técnico-administrativos e 47,7% de servidores docentes.

Desta forma, embora o número absoluto de questionários respondidos e válidos tenha sido 16% superior à amostra inicialmente calculada, observou-se que os dados referentes aos alunos da graduação não atingiram o nível de confiabilidade de 95%. Apesar disto, os dados obtidos são estatisticamente relevantes, sobretudo quando comparados aos dados encontrados na literatura em relação à distribuição por grupos, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 - Amostra dos estudos realizados em diversas universidades

| UNIVERSIDADE/PAÍS | AUTOR/DATA | AMOSTRA |
|---|-------------------------------|--|
| Universidade Federal do Amazonas (Brasil) | Kuwahara <i>et al.</i> (2008) | 3% da população |
| Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro | Ferreira (2002) | 524 pessoas (68% de alunos) |
| Universidade Federal do Rio de Janeiro Campus Ilha do Fundão (Brasil) | Parra (2006) | 173 pessoas (61% alunos) |
| Universidade de Trás-os-Montes Alto Dourado (Portugal) | Silva (2009) | 15% da população (88% alunos) |
| Universidade de Aveiro Campus Leiria (Portugal) | Ferreira e Silva (2012) | 66% da população (95% de alunos) |
| Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (Portugal) | Reis (2011) | 10% da população (78% alunos) |
| Campus USP "Luiz de Queiroz" Piracicaba (Brasil) | Pêra <i>et al.</i> (2012) | 12% da população (70% alunos) |
| University of Montreal | Fuller <i>et al.</i> (2012) | 105 pessoas |
| Campus São Carlos Universidade de São Paulo | Stein (2013) | 2260 pessoas - 26% da população (39% alunos da graduação, 28% de pós-graduação, 21% de servidores técnico-administrativos, 12% de servidores docentes) |

As amostras investigadas na maioria dos estudos listados na Tabela 2 eram compostas prioritariamente de alunos da graduação e, em menor número, de alunos da pós-graduação e servidores (docentes e técnico-administrativos). Isto pode ser um problema quando se planeja usar estes dados para elaborar planos para a gestão da mobilidade e para cálculo de taxas de geração de viagens. Neste caso, é importante investigar quantidades significativas de indivíduos em todas as principais categorias, para que as medidas a serem adotadas reflitam de fato as características destes grupos de usuários do campus, tal como foi feito no presente estudo por Stein (2013) (conforme síntese apresentada na última linha da Tabela 2).

3.2 Estimativas de viagens com base em diferentes taxas de geração

Do resultado da revisão bibliográfica percebe-se, em linhas gerais, que a estimativa do número de viagens produzidas e atraídas em instituições de ensino superior já tem uma estrutura bastante difundida na literatura técnica especializada brasileira e de outros países. Para esta estimativa, estão disponíveis na literatura diferentes modelos, que refletem as condições específicas dos empreendimentos integrantes da amostra considerada nos respectivos estudos.

Para análise e comparação dos resultados, o cálculo das taxas de geração de viagens foi aqui realizado considerando as seguintes situações: viagens veiculares estimadas com base em uma taxa média global, viagens veiculares estimadas com base em taxas médias por perfil de usuários e viagens veiculares estimadas com base em taxas médias por perfil de usuários e pela localização da origem da viagem.

Como resultado do cálculo empregando a taxa média global (0.55) obteve-se uma estimativa de 4879 viagens. Ao considerar as taxas médias por perfil de usuários (aluno de graduação, pós-graduação, servidores técnico-administrativos e servidores docentes) o resultado da estimativa foi de 3998 viagens. Os valores relativos às 1427 viagens de alunos de graduação, 1172 de alunos de pós-graduação, 959 de servidores técnico-administrativos e 441 de servidores docentes resultaram, respectivamente, das seguintes taxas de geração de viagens: 0.30, 0.49, 0.82 e 0.83. Isto significa uma redução, em valores percentuais, de aproximadamente 22% no número total de viagens de automóvel estimadas em relação à estimativa com a taxa média global. Entretanto, ao estimar as viagens levando em consideração o perfil de usuário e a localização de início da viagem, conforme ilustrado na Figura 2 e demonstrado na Tabela 3, foram obtidas 2630 viagens, valor equivalente a 66% do obtido com as taxas médias por perfil de usuário e a 52% do obtido com a taxa média global.

Tabela 3 - Estimativas baseadas nas taxas médias de geração de viagem por perfil dos usuários e pela localização das origens das viagens

| Perfis de usuários | | Localização da origem | Até 250 m | De 250 a 500 m | De 500 a 750 m | De 750 a 1000 m | Maior que 1000 m | Valores Totais |
|------------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------|----------------|----------------|-----------------|------------------|----------------|
| Alunos graduação | Pessoas no grupo | | 947 | 1195 | 924 | 597 | 1093 | 4756 |
| | Taxas (viag./pessoa) | | 0,036 | 0,126 | 0,117 | 0,198 | 0,514 | 0,300 |
| | Viagens veiculares | | 34 | 151 | 108 | 118 | 561 | 973 |
| Alunos pós-graduação | Pessoas no grupo | | 302 | 411 | 411 | 352 | 914 | 2391 |
| | Taxas (viag./pessoa) | | 0,008 | 0,056 | 0,198 | 0,183 | 0,540 | 0,490 |
| | Viagens veiculares | | 2 | 23 | 82 | 64 | 494 | 665 |
| Servidores técnico-administrativos | Pessoas no grupo | | 38 | 66 | 66 | 88 | 911 | 1169 |
| | Taxas (viag./pessoa) | | 0,012 | 0,023 | 0,052 | 0,092 | 0,792 | 0,820 |
| | Viagens veiculares | | 0 | 2 | 3 | 8 | 721 | 735 |
| Docentes | Pessoas no grupo | | 18 | 27 | 94 | 58 | 335 | 531 |
| | Taxas (viag./pessoa) | | 0,000 | 0,021 | 0,072 | 0,144 | 0,722 | 0,830 |
| | Viagens veiculares | | 0 | 1 | 7 | 8 | 242 | 257 |
| TOTAL | | | | | | | | 2630 |

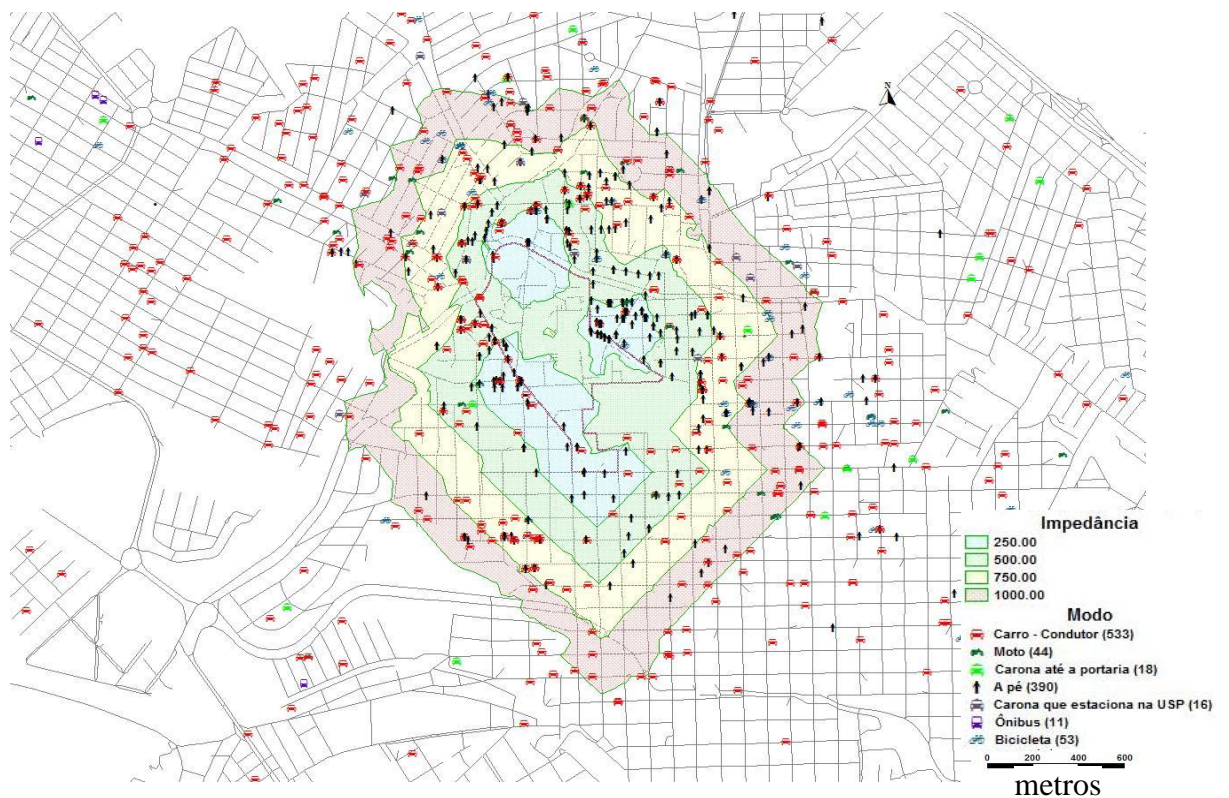


Figura 2 - Localização dos respondentes e seus respectivos modos de deslocamentos distribuídos em bandas de 250, 500, 750 e 1000 metros de largura

3.3 Comparação com outros modelos

Ao utilizar as informações reais da população da Área I do campus da USP de São Carlos na aplicação de outros modelos utilizados para estimar viagens é possível observar a diferença entre os resultados obtidos e a real taxa de geração de viagens, conhecida previamente. Conforme pode ser observado na Tabela 4, a aplicação dos estudos considerados produziu estimativas bastante diferentes para o número de viagens veiculares por dia (número de automóveis) em relação as estimativas com taxas de viagens por localização.

Tabela 4 - Resultado da aplicação de taxas de geração de viagens de diferentes autores para estimativa no caso estudado

| Estudos considerados | Estimativa de viagens veiculares produzidas e atraídas por dia |
|---|--|
| ITE (2008) | 20191 |
| CET (1983) * | - |
| Tectran (2003) * | - |
| Tectran (2004) * | - |
| Souza (2007) | 5823 |
| Nunes e Jacques (2005) * | - |
| Herz <i>et al.</i> (2007, 2009) | 3899 |
| PRESENTE ESTUDO | |
| Taxa média global | 4879 |
| Taxas médias por perfil de usuário | 3998 |
| Taxas médias por perfil de usuário e pela localização da origem da viagem | 2630 |

* Modelos que calculam viagens produzidas e atraídas por hora pico

De acordo com Bertazzo *et al.* (2012), uma possível explicação para a grande variação nos resultados obtidos está no fato de que os modelos trazem, de forma implícita, uma distribuição modal e uma taxa de ocupação veicular que podem variar muito em função do local onde foram desenvolvidos. São citados, como exemplo, os modelos do *Institute of Transportation Engineers* (ITE) que refletem essencialmente as condições observadas nos Estados Unidos da América.

A partir dos resultados obtidos, verifica-se que é importante que sejam realizados estudos no sentido de adotar modelos que se ajustem melhor a cada PGV sob análise, e, se for o caso, decidir sobre a conveniência de desenvolver um modelo específico, como foi o caso deste

estudo, na proposição de um modelo para uma instituição de ensino superior localizada numa cidade de porte médio.

3.4 Cenários

A fim de demonstrar o impacto do uso das taxas de geração de viagens com base na localização nos resultados de estimativas de geração de viagens de automóvel foram simulados três cenários. Todos os cenários levaram em consideração um aumento de 25% no número de alunos de graduação em relação ao número absoluto do ano de 2012. A análise de cenários não teve como meta prever o futuro, mas apresentar visões de futuro possíveis (e, neste caso, prováveis) que possibilitem decisões bem fundamentadas.

No cenário 1 foi simulado que o aumento de 25% se daria essencialmente entre os alunos que residem a até 500 m do campus da USP de São Carlos. O resultado deste cenário pode ser observado na Tabela 5, em que o número total de viagens foi de 2726 (com base nas taxas da Tabela 3).

Tabela 5 - Estimativas de viagens com a simulação de cenários baseados em um incremento de 25% no número de alunos da graduação

| Perfis do usuário | Localização da origem | Até 250 m | De 250 a 500 m | De 500 a 750 m | De 750 a 1000 m | Maior que 1000 m | Viagens Totais |
|--|-----------------------|-----------|----------------|----------------|-----------------|------------------|----------------|
| Cenário 1 - Novos alunos distribuídos a até 500 m do campus | | | | | | | |
| Alunos graduação | | 56 | 226 | 108 | 118 | 561 | 1069 |
| Cenário 2 - Novos alunos igualmente distribuídos em todas as bandas ao redor do campus | | | | | | | |
| Alunos graduação | | 43 | 181 | 136 | 166 | 683 | 1208 |
| Cenário 3 - Novos alunos distribuídos a mais de 1000 m do campus | | | | | | | |
| Alunos graduação | | 34 | 151 | 108 | 118 | 1172 | 1583 |
| DEMAIS USUÁRIOS | | | | | | | |
| Alunos pós-graduação | | 2 | 23 | 82 | 64 | 494 | 665 |
| Servidores técnico-administrativos | | 0 | 2 | 3 | 8 | 721 | 735 |
| Docentes | | 0 | 1 | 7 | 8 | 242 | 257 |
| Viagens Totais | | | | | | | |
| | Cenário 1 | | | | | | 2726 |
| | Cenário 2 | | | | | | 2865 |
| | Cenário 3 | | | | | | 3240 |

No cenário 2 foi simulado o mesmo aumento de 25% no número de alunos da graduação, porém igualmente distribuídos em todas as bandas em torno do campus, inclusive acima de 1000 m. O resultado deste cenário também pode ser observado na Tabela 5, em que o número total de viagens estimado foi de 2865.

No cenário 3, o aumento de 25% no número de alunos da graduação teria ocorrido somente considerando residentes a mais de 1000 metros de distância do campus. O número total de viagens resultante deste cenário seria de 3240, conforme a Tabela 5.

Nesta simulação de cenários simplificada é possível observar claramente o potencial das análises que incluem a localização da origem da viagem. O cenário 2 produz aproximadamente 5% de viagens a mais do que o cenário 1. Já o cenário 3 chega a representar 18% a mais do que o cenário 1, o que significa em termos gerais menos 60,7% de alunos até 250m e de menos 66,81% de alunos residentes entre 250m a 500m.

Conclusão

Os métodos de previsão de geração de viagens em instituições de ensino superior utilizam com frequência taxas médias de geração de viagens, sem considerar os perfis de usuários para determinar os volumes de viagens. A hipótese inicial deste estudo era de que estas taxas médias gerais e até mesmo as taxas estudadas por perfis de usuários poderiam resultar em números acima dos valores observados na realidade. Desta maneira, as estimativas delas resultantes tenderiam a estimular a ampliação de mais infraestrutura, por exemplo, de estacionamento. Desta forma, este estudo teve como objetivo principal demonstrar que as taxas de geração de viagens para instituições de ensino superior localizadas em cidades de porte médio são fortemente dependentes dos seus perfis de usuários (alunos de graduação e de pós-graduação, servidores docentes e servidores técnico-administrativos) e também de seus locais de origem. A partir de dados coletados junto à população do campus de São Carlos da Universidade de São Paulo no ano de 2012, foi possível obter algumas conclusões relevantes, discutidas a seguir.

Conforme destacado por Jacques *et al.* (2010), aspectos tais como a determinação de taxas e modelos a partir de amostras muito pequenas, com a possibilidade de falta de significância

estatística e decorrente fragilidade na representatividade efetiva da população alvo, também têm merecido observações em vários estudos. Nestes, os autores em geral chamam a atenção para o problema e instam os futuros usuários das taxas e modelos a considerar os valores estimados com algumas restrições, e a usar elementos complementares para efeito da previsão do impacto do PGV.

No caso analisado, o cálculo do número de viagens de automóvel e, por consequência, de vagas de estacionamento, considerando uma taxa única de geração de viagens resultou em uma estimativa extremamente elevada de viagens. Isto pode ser explicado pela existência de variações do uso do automóvel nos diferentes perfis de usuários que frequentam o campus. Neste caso, por exemplo, a taxa é mais elevada entre servidores docentes e servidores técnico-administrativos, enquanto é menor para alunos da graduação e alunos da pós-graduação. Em contrapartida, ao realizar o cálculo das taxas por perfil de usuário, observou-se uma redução no número total de viagens. Ainda assim, porém, percebe-se que o valor é alto diante das taxas obtidas levando em consideração a localização das origens das viagens.

O cálculo final realizado neste estudo levou em conta simultaneamente o perfil de usuário e a distância percorrida entre a origem do indivíduo até o campus. Este cálculo demonstrou um valor 86% menor do que o observado nas situações de taxa geral e 52% nas de taxa por categoria. Desta forma, conclui-se que o cálculo das taxas considerando a distribuição espacial parece ser o caminho mais acertado para este tipo de estimativa, o que sustenta a hipótese inicial deste estudo. Em comparação a outros estudos realizados em instituições de ensino superior, tem-se que o cálculo das taxas de viagens por categoria e localização do presente estudo resulta em um valor mais baixo até mesmo do que a menor estimativa alcançada por outros métodos.

À medida que as informações de taxas de geração de viagens são utilizadas no planejamento da infraestrutura de transporte observa-se a importância de pesquisar locais de origem para estimar taxas que mais condizem com a realidade. O impacto destes dados pode ser sentido na construção de diferentes cenários para o futuro. Neste estudo foram simulados três cenários com aumento de 25% no número de alunos da graduação. No primeiro cenário este acréscimo se daria entre os alunos que residem até 500 metros de uma entrada do campus. No segundo cenário o aumento foi dividido igualmente entre as diferentes bandas em torno do

campus. No terceiro cenário foi considerado que os novos alunos residiriam a distâncias superiores a 1000 metros do campus.

Como resultado do segundo cenário simulado, obteve-se uma estimativa de 139 viagens adicionais de automóvel (13,0% a mais) entre os alunos de graduação, em comparação com o primeiro cenário, aquele que considera os alunos residindo mais próximo ao campus. No terceiro cenário, este número adicional seria de 514 viagens adicionais de automóvel entre os alunos de graduação em relação ao primeiro cenário (incremento de 48,1% nas viagens do grupo considerado). Em qualquer das duas situações, a estimativa de mais viagem normalmente induziria os gestores a ampliar as infraestruturas destinadas a estacionamento.

Conclui-se com estes resultados que um dimensionamento correto dos números de viagens por automóveis pode ajudar a desenvolver estratégias que estão de acordo com objetivos que as universidades devem seguir, dentre eles, o estímulo a padrões sustentáveis de mobilidade. Desta forma, para este estudo observa-se claramente que, a depender da taxa utilizada, pode-se dimensionar um número de vagas de estacionamento maior do que de fato é necessário, o que em tese, incentiva o uso do automóvel, além de utilizar espaços que poderiam estar sendo aproveitados para outras finalidades. Além disto, ao concluir que a localização das origens das viagens influencia diretamente nas taxas de geração de viagens, outras estratégias poderiam ser tomadas como, por exemplo, medidas de incentivo para que as pessoas residam próximo ao campus. No caso particular estudado, isto é perfeitamente viável inclusive sob o ponto de vista institucional, uma vez que a universidade fornece apoio financeiro para moradia dos estudantes de graduação que não dispõem de recursos necessários para este fim. Se este programa estimular moradias próximas ao campus, há perspectivas de isto resultar em taxas de geração de viagens mais sustentáveis, como aqui demonstrado.

Por fim, como já observado em outros estudos, constata-se que a complexidade deste processo de previsão e a confiabilidade das estimativas estão relacionadas à qualidade dos modelos e parâmetros usados, em termos de adequação à realidade, atualidade e compatibilidade com as características locais.

Referências

- Balsas, C. J. (2002) Sustainable transportation planning on college campuses. *Transport Policy*, vol. 10, n. 1, pp. 35-49.
- Bertazzo, A. B., Galarraga, J., Herz, M. e Jacques, M. A.P. (2012) *Estabelecimentos de ensino*. In: Licínio da Silva Portugal. (Org.). Polos geradores de viagens orientados a qualidade de vida e ambiental: modelos e taxas de geração de viagens. 1ed. Rio de Janeiro: Interciência.
- CET. Companhia de Engenharia de Tráfego. (1983) *Polos geradores de tráfego*. Boletim Técnico 32. São Paulo.
- CET. Companhia de Engenharia de Tráfego. (2000) *Polos geradores de tráfego II*. Boletim Técnico 36. São Paulo.
- Delmelle, E. M. e Delmelle, E. C. (2012) Exploring spatio-temporal commuting patterns in a university environment. *Transport Policy*, vol. 21, n. 1, pp. 1-9.
- Ferreira, M. M. (2002) Dependência do uso do carro em viagens pendulares: estudo de caso no Centro de Tecnologia/UFRJ. *Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro.
- Ferreira, D. R. e Silva, J. P. (2012) Contributos da gestão da mobilidade na mudança de mentalidades. O caso do Instituto Politécnico de Leiria. *Transportes*, vol. 20, n. 3.
- Fuller, D. L., Gyurcsik, N. C., Sprink, K. S. e Brawley, L. R. B. (2012) Prospective examination of self-regulatory efficacy in predicting walking for active transportation: A social cognitive theory approach. *Journal of Applied Social Psychology*, vol. 42, n. 12, pp. 2917-2932.
- Herz, M., Galarraga, J. e Pastor, G. (2007) Centros universitários como polos geradores de viagens. *XXI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, Rio de Janeiro.
- Herz, M., Galarraga, J. e Pastor, G. (2009) Características de generación y distribución modal de viajes en centros educativos universitarios. *XV Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano*, Buenos Aires.
- Holmes, J. e Hemert, J. B. (2008) *Transit oriented development - TOD*. Denver: The Rocky Mountain Land Use Institute.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em: www.censo2010.ibge.gov.br.
- Institute of Transportation Engineers - ITE. (2008) *Trip Generation*, 8th Edition. Washington, D.C.
- Jacques, M.A.P., Herz, M., Bertazzo, A. e Galarraga, J. (2010) Nova abordagem para o estudo das viagens geradas as instituições de ensino. *Revista Transportes*, vol. 28, n. 1, pp. 75-85.
- Kuwahara, N., Balassiano, R. e Santos, M. P. de S. (2008) Alternativas de gerenciamento da mobilidade no campus da UFAM. *XXII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, Fortaleza.
- Nunes, J. L. e Jacques, M. A. P. (2005) Caracterização dos padrões de viagens para instituições de ensino superior. *XIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte*, Recife.
- Parra, M. C. (2006) Gerenciamento da mobilidade em campi universitários: problemas, dificuldades e possíveis soluções no caso Ilha do Fundão. *Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro.
- Pêra, T. G., Zazetti, M. M. P. e Casadel, M. V. (2012) Gestão da mobilidade no campus “Luiz de Queiroz”. *Monografia de estágio - Universidade de São Paulo*, Piracicaba.

- Pitsiava-Latinopoulou, M., Tsohosz, G. e Basbase, S. (2001) Trip generation rates and land use-transport planning in urban environment. *Urban Transport VII: Urban Transport and the Environment in the 21st Century*, pp. 297-306.
- Reis, M. F. M. (2011) Gestão da mobilidade - plano de mobilidade FEUP. *Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)*. Universidade do Porto, Porto.
- Santos, D. V. C. (2011) Polos geradores de viagens sustentáveis: uma proposta para o licenciamento e análise de projetos. *Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana)*, Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- Silva, S. C. A. da. (2009) Mobilidade urbana sustentável: o caso do campus da UTAD. *Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)*, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
- Souza, S. C. F. de. (2007) Modelos de geração de viagens para instituições de ensino superior. *Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes)*, Universidade de Brasília, Brasília.
- Stein, P. P. (2013) Barreiras, Motivações e estratégias para mobilidade sustentável no campus São Carlos da USP. *Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes)*, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Técnicos em Transportes - TECTRAN. (2003a) Estudos de circulação e estacionamento – Unidade Arcos – PUC Minas. *Relatório técnico (não publicado)*.
- Técnicos em Transportes - TECTRAN. (2003b) Relatório de impacto na circulação da Escola de Engenharia e da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais. *Relatório técnico (não publicado)*.
- Técnicos em Transportes - TECTRAN. (2004) Relatório de impacto na circulação da Faculdade Estácio de Sá de Belo Horizonte - Campus Prado. *Relatório técnico (não publicado)*.
- Universidade de São Paulo - USP. (2012) *A EESC em número em 2012*. Disponível em: www.eesc.usp.br. Acesso em: 20 jun. 2012.