

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DE VIAGENS PARA INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR E ESTUDO DE CARONA SOLIDÁRIA PARA DIMINUIÇÃO DE IMPACTOS

Daniel A. de Matos

Rafael R. de Souza

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia

RESUMO

Polos geradores de viagem são responsáveis por grande parte da demanda de tráfego nas vias urbanas. Com o crescente número de veículos nas ruas, torna-se necessário idealizar medidas para a mitigação dos impactos causados por estes estabelecimentos, como instituições de ensino superior. Este artigo compara alguns métodos de estimativa de viagens geradas para estas instituições com a contagem manual feita em campo e analisa, através de questionários, a utilização de carona solidária como solução para tais problemas bem como sua aceitação dentro do estabelecimento. Dentre os métodos de estimativa analisados, apenas dois apresentaram valores próximos aos observados. Devido à aceitação dos entrevistados e baixa ocupação dos veículos atraídos à instituição, a implantação de uma plataforma de carona solidária mostrou grande potencial para otimização do tráfego local.

1. INTRODUÇÃO

Polos geradores de viagem são responsáveis por inúmeros impactos ao meio em que são inseridos, daí a necessidade em se fazer um estudo prévio da repercussão de sua instalação. Um destes estudos consiste em estimar a quantidade de viagens que serão feitas ao empreendimento, mensurando assim o aumento no fluxo de tráfego na região que cresce de acordo com o número de veículos individuais utilizados. Uma medida para diminuição de tais impactos é a utilização de meios de transporte capazes de comportar mais pessoas, como transporte público. No entanto, restrições quanto a conforto e tempo de viagem tornam esta escolha menos viável àqueles que possuem veículos.

O presente artigo visa avaliar alguns dos métodos correntes para a estimativa de viagens em instituições de ensino superior comparando-os com a quantidade de viagens efetivamente atraídas ao empreendimento. Além disso, estudou-se o potencial de carona solidária como forma de aumentar a taxa de ocupação dos veículos a fim de diminuir os impactos causados pelo polo gerador de viagens no tráfego da região, tentando assim caminhar em direção ao conceito de Polo Gerador de Desenvolvimento e Qualidade de Vida, como sugerido em Portugal (2012).

2. METODOLOGIA DA PESQUISA

Foi utilizada como objeto de estudo a Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, campus Campo Grande, onde aplicou-se inicialmente um questionário, seguido de uma contagem manual de veículos. Por fim, foi estimado o número de viagens geradas pela instituição segundo diferentes métodos, utilizando informações obtidas pela instituição, como o número de alunos, e outras, como distribuição modal e fator de ocupação, obtidas pelos métodos anteriormente citados.

2.1. Questionário

O questionário foi realizado de forma digital e divulgado por meio dos canais da instituição, com o objetivo de identificar a distribuição modal dos usuários, adesão a uma plataforma de carona solidária exclusiva para a instituição e os fatores predominantes para sua aceitação. Para a formulação das perguntas, considerou-se que tanto o comportamento quanto a motivação de

pessoas que possuem um veículo à disposição e as que não possuem fossem diferentes e, portanto, foram feitas perguntas diferentes para cada grupo.

2.2. Contagem de veículos

Para melhor analisar as viagens ao polo gerador em questão, foram contados todos os veículos que entraram ou saíram do mesmo em dois períodos distintos, das 6:30 às 8:30 e depois das 12:30 às 14:30, de forma a compreender o tempo de entrada nos turnos da manhã e da tarde. A contagem nestes períodos foi realizada de segunda a sexta-feira, visto que a distribuição das aulas e comportamento dos alunos é variável ao longo da semana. Foram utilizadas equipes de 8 pessoas para cada período, uma pessoa para cada faixa de tráfego nas entradas e saídas da instituição. Com o auxílio de um aplicativo de gravação, foram informados a placa e o número de pessoas em cada veículo, para que além de computar a quantidade de viagens geradas, fosse possível classificá-las em viagens com ou sem estacionamento e calcular o fator de ocupação dos veículos em cada período.

2.3. Estimativa de viagens

Foram analisados alguns métodos nacionais e internacionais para estimar as viagens atraídas, sendo estes: ITE (2008, apud Portugal, 2012), CET-SP (1983), TECTRAN (2003, 2004, apud Portugal, 2012), Nunes (2005) e Herz, Galarraga e Pastor (2009). A partir das equações propostas nestes estudos e as informações obtidas pelo questionário e pela contagem, foram calculados os valores estimados de viagens atraídas, comparados posteriormente com o número encontrado em campo.

3. RESULTADOS

3.1. Questionário

Foram obtidas 404 respostas e, a partir delas, notou-se que os meios de transporte mais utilizados pelos respondentes foram primeiramente o ônibus, com 43,3% das respostas, e o carro, com 41,6%, sendo que 35,6% dos respondentes afirmam possuir veículos. A distribuição modal completa da instituição consta na Figura 1 abaixo.

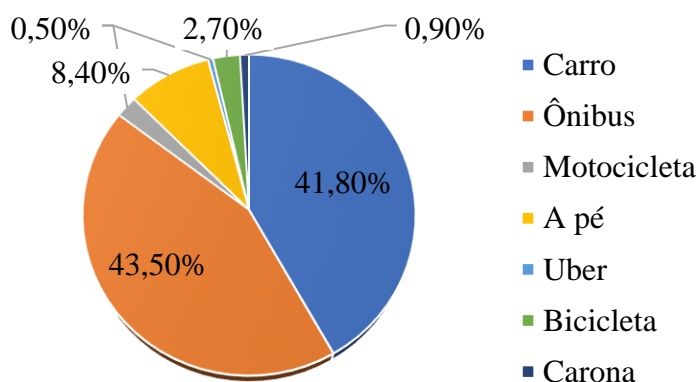


Figura 1: Distribuição modal obtida pelo questionário

Calculou-se o fator de ocupação através do número de pessoas que geralmente são transportadas pelos respondentes que possuem veículo disponível, obtendo-se o valor de 1,36 pessoa/veículo. Segundo o questionário, 72,90% dos usuários que possuem automóvel costumam se deslocar

para a universidade. A Figura 2 mostra as respostas dadas para a lotação dos veículos nas viagens feitas para a instituição.

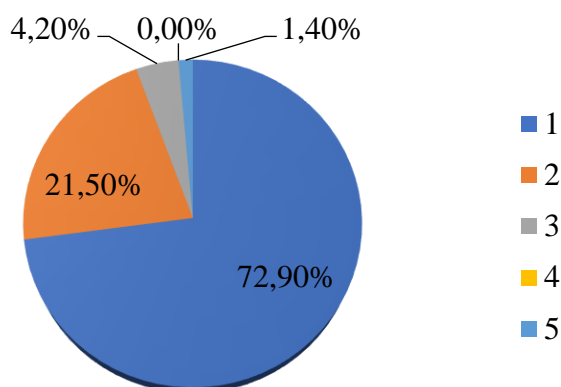


Figura 2: Lotação dos veículos obtida pelo questionário

Sobre se aceitariam oferecer caronas a outros estudantes, 84% dos pesquisados responderam afirmativamente. Entre os que responderam negativamente, os principais motivos apontados foram a incompatibilidade de horários e ausência de conhecimento de pessoas que necessitem, respostas detalhadas na Figura 3.

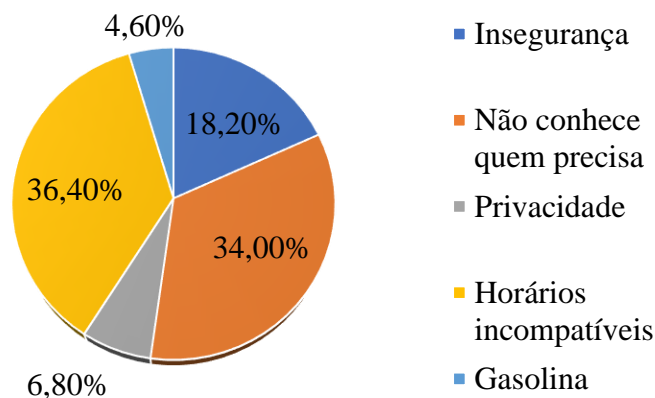


Figura 3: Motivos pelos quais motoristas não ofereceriam caronas

Quando perguntados se deixariam o carro em casa para pegar carona com outro estudante, 63,9% responderam que sim, enquanto 75% das respostas negativas afirmam necessitar do veículo para outros fins durante a semana e 8,9% afirmam ter insegurança em participar, como disposto na Figura 4.

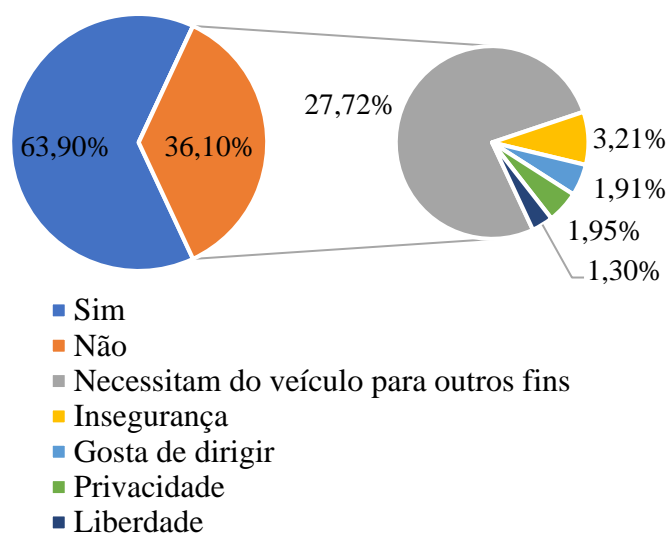


Figura 4: Porcentagem de usuários que deixariam o veículo em casa para receber caronas e motivos pelos quais não o fariam

3.2. Contagem de veículos

Foram contados, gravados e transcritos um total de 26877 automóveis nos períodos mencionados, sendo 10226 viagens atraídas no período matutino, 9137 viagens atraídas no período vespertino, 3218 viagens produzidas da instituição no período matutino e 4296 no vespertino. Este valor não deve ser tomado como absoluto em vista da grande gama de fatores que aumenta a probabilidade de erro humano, como o elevado número de pessoas envolvidas na contagem, problemas nas gravações (tanto quanto à dicção do operador quanto sua capacidade de observar todos os fatores), transcrição e tratamento de grande número de dados. A partir das contagens, as viagens foram separadas em viagens atraídas (VA, com destino à instituição) e produzidas (VP, saindo da mesma) em cada período, bem como em viagens com estacionamento (VAe) e sem, possibilitando o cálculo da taxa de viagens atraídas com estacionamento pelas viagens atraídas totais (VAe/VA), ou seja, a porcentagem de viagens veiculares que permanece na instituição. Utilizando o número de pessoas em cada veículo, calculou-se também o fator de ocupação por período tanto para as viagens atraídas totais (VA) quanto para as viagens atraídas com estacionamento (VAe), como mostrado na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1: Quantidade de viagens atraídas com e sem estacionamento e produzidas por período, taxa de viagens com estacionamento e fatores de ocupação para viagens atraídas com estacionamento e viagens atraídas totais

Tipos de viagem e fator de ocupação	Segunda		Terça		Quarta		Quinta		Sexta	
	Mat	Vesp	Mat	Vesp	Mat	Vesp	Mat	Vesp	Mat	Vesp
Viagens atraídas (VA)	2010	1896	2168	1865	2071	1833	2002	1769	1961	1762
Viagens produzidas (VP)	580	901	722	854	679	836	612	835	621	882
Viagens atraídas c/ estacionamento (VAe)	1485	1354	1563	1330	1424	1293	1399	1247	1456	1215
Viagens atraídas s/ estacionamento	525	542	605	535	647	540	603	522	505	547
Taxa de estacionamento (VAe/VA)	0,739	0,714	0,721	0,713	0,688	0,705	0,699	0,705	0,742	0,690
Fator de Ocupação VAe	1,12	1,19	1,15	1,20	1,13	1,20	1,18	1,23	1,20	1,26
Fator de Ocupação VA	1,30	1,29	1,32	1,32	1,31	1,29	1,36	1,32	1,32	1,34

As viagens atraídas sem estacionamento correspondem em sua maioria de formações possuindo um motorista que irá efetuar embarque ou desembarque de pessoas, o que justifica o aumento dos valores de fator de ocupação quando foram considerados. Deve-se ressaltar que este grupo contém também veículos prestadores de serviço de transporte, como ubers e táxis, não sendo possível sua distinção. A fim de analisar melhor o padrão das lotações nos automóveis em cada turno, foram agrupados os números de viagens em cada período de mesmo turno. Através do total de viagens atraídas com estacionamento, foi possível encontrar a distribuição de ocupação para o período matutino, Figura 5, e para o período vespertino, Figura 6, analisando analogamente as viagens atraídas matutinas ao todo, Figura 7, e vespertinas, Figura 8.

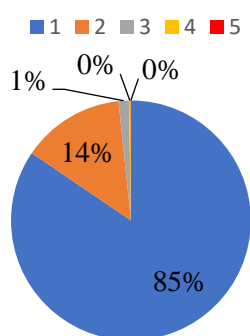


Figura 5: Distribuição de pessoas/veículo nas viagens atraídas com estacionamento durante a semana no turno matutino

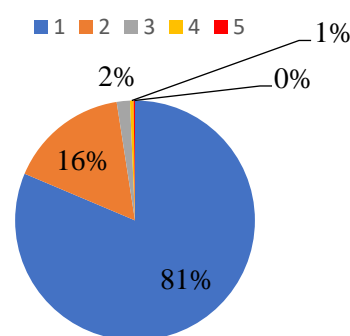


Figura 6: Distribuição de pessoas/veículo nas viagens atraídas com estacionamento durante a semana no turno vespertino

Comprovou-se a predominância de veículos com apenas uma pessoa nas viagens com estacionamento. Há, portanto, grande espaço para a redução do congestionamento dentro da universidade e em seu entorno, com consequente diminuição de gases poluentes lançados na atmosfera.

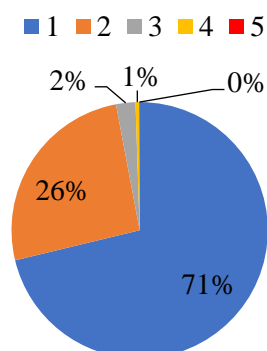


Figura 7: Distribuição de pessoas/veículo nas viagens atraídas durante a semana no turno matutino

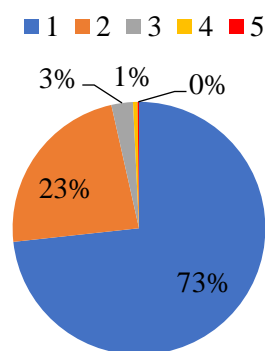


Figura 8: Distribuição de pessoas/veículo nas viagens atraídas durante a semana no turno vespertino

Ao incluir as viagens sem estacionamento, a proporção de viagens com apenas uma pessoa diminuiu em ambos os turnos, como esperado. No entanto, além da porcentagem de viagens com apenas uma pessoa permanecer muito alta em relação às demais, nos dois casos a proporção que mais absorveu as mudanças foi a de duas pessoas por veículo, indicando que em todos os turnos 96% ou mais das viagens atraídas (tanto nas com estacionamento quanto ao todo) possuem uma ou duas pessoas no veículo. Os resultados apresentados nas Figuras 7 e 9 são ainda compatíveis com a lotação dos veículos obtidas pelo questionário. O fator de ocupação calculado para as viagens atraídas ao todo também foi similar ao calculado por meio do questionário, em torno de 1,32 pessoa/veículo.

Para demonstrar a diminuição de impactos que poderiam ocorrer com a instauração de um programa de carona solidária no campus, foi combinada a aceitação dos usuários que possuem veículos ao número de viagens coletado em campo. Como 36,1% dos motoristas afirmaram que não deixariam o carro para pegar caronas com outros usuários, poder-se-ia reduzir as 19.363 viagens atraídas durante a semana até um mínimo de 6.990 viagens por semana, apenas nos turnos estudados.

3.3. Estimativa de viagens

A instituição de ensino superior estudada está a menos de 5 km do centro e possui em seu total 10.775 alunos matriculados no total, sendo que entre eles, 6.322 frequentam o período matutino e 7.159 frequentam o período vespertino. Estes valores foram utilizados para calcular o número estimado de viagens por diferentes métodos, apresentados na Tabela 2 abaixo, onde encontram-se também os valores médio de viagens atraídas nos dois períodos contados em campo. O método da TECTRAN foi utilizado de duas diferentes formas, utilizando o número total de alunos matriculados na instituição e o número de alunos matriculados por turno. Os valores obtidos pelos métodos da CET-SP e de Nunes (2005) se referem ao número de vagas de estacionamento necessárias para o polo gerador, não devendo ser comparada com o total de viagens. A equação do ITE (2008) foi adicionada do direcional de 75% para viagens atraídas.

Tabela 2: Métodos, equações e estimativas de viagens geradas e comparação com os valores médios registrados em campo para os dois períodos

Método de estimativa	Equação	Nº Viagens Atraídas na hora-pico
ITE	$\text{Ln}(1,33VA) = 0,85 \text{ Ln}(NA) - 0,35$	1415
CET-SP	$NVe = 0,29 (0,432NA - 106,303)$	1319*
TECTRAN	$VA = 1,174 \times NA \times FHP \times DM/FO$	2540
TECTRAN (matutino)	$VA = 1,174 \times NA_M \times FHP \times DM/FO$	1490
TECTRAN (vespertino)	$VA = 1,174 \times NA_V \times FHP \times DM/FO$	1688
Nunes	$NVe = 534,73 \times \text{Ln}(NA) - 3241,1$	1723*
Herz, Galarraga e Pastor	$Y = 173 + 0,17 \times NA + 2220 \times X2$	2005**
Contagem de veículos atraídos em 2 horas no período matutino		2042
Contagem de veículos atraídos em 2 horas no período vespertino		1825

*com estacionamento

**viagens veiculares geradas no dia

em que VA: número de viagens veiculares atraídas na hora-pico;
 NA: número total de alunos matriculados;
 NVe: número de vagas de estacionamento necessárias;

<i>FHP</i> :	fator horário de pico ($FHP = 0,634$);
<i>DM</i> :	distribuição modal veicular, obtida pelos questionários;
<i>FO</i> :	fator de ocupação médio dos veículos, obtido a partir das contagens;
<i>NA_M</i> :	número de alunos matriculados no turno matutino;
<i>NA_V</i> :	número de alunos matriculados no turno vespertino;
<i>Y</i> :	número de viagens veiculares atraídas e produzidas no dia útil; e
<i>X2</i> :	variável nominal, assumindo valor 0 para instituições até 5 km do centro da cidade ou 1 para instituições com distância acima.

Através da contagem manual, foi observado o valor máximo de 1563 viagens atraídas com estacionamento durante duas horas no período matutino de terça-feira. Sendo assim, o método da CET-SP subestimou a quantidade de vagas necessária enquanto o método proposto por Nunes (2005) indicou um valor excessivo. No entanto, deve-se considerar que muitos veículos do período matutino ficarão estacionados até o período vespertino, devido ao grande número de alunos matriculados em período integral. Portanto, apesar de auxiliarem a estimar as viagens atraídas com estacionamento, levando em consideração a imprecisão de contagens manuais, mostram-se imprecisos para estimar vagas de estacionamento em instituições com número elevado de cursos em período integral.

Nas duas horas de contagem, as quais compreenderam a hora de pico de atração nos turnos da manhã e da tarde, foram contadas em média 2.042 viagens no período matutino e 1.825 no período vespertino. Para melhor comparar com os valores tabelados acima, utilizou-se o fator hora-pico de 0,634 para estimar quantas destas viagens foram geradas na hora-pico, obtendo 1.295 viagens na hora-pico matutina e 1.157 viagens na hora-pico vespertina. Assim sendo, os métodos do ITE e TECTRAN (utilizando número de alunos matriculados no turno ao invés de número total de alunos), apesar de maiores do que a realidade, apresentam estimativas coerentes. Contudo, ao aplicar o número de alunos no turno vespertino no método da TECTRAN, o valor obtido é 45,89% superior ao estimado pelas contagens. Esta diferença é provavelmente causada por não contabilizar os alunos de turno integral que permanecem na instituição desde o período anterior, não gerando mais viagens.

4. CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que os métodos de estimativa do ITE para o horário de pico da instituição e o método da TECTRAN, quando aplicado para o turno matutino separadamente, se mostraram mais próximos da realidade que os demais. Para vagas de estacionamento, ambos os métodos subestimam o número necessário, possivelmente devido à falta de análise da quantidade de alunos por período, não levando em consideração os alunos que permanecem na instituição para o turno seguinte.

Os métodos de estimativa de geração de viagens para instituições de ensino superior analisadas utilizam em sua maioria apenas uma variável explicativa por equação, mais comumente o número de alunos matriculados, apesar de inúmeras outras variáveis estarem envolvidas. Novos estudos capazes de vincular mais variáveis conseguiriam estimar com maior confiabilidade as viagens geradas, além da produção de um método de mais ampla aplicabilidade.

A contagem veicular e de lotação dos veículos confirmou que o padrão de viagens assumido dentro de instituições de ensino superior brasileiras está longe de ser considerado sustentável. Ainda assim, o questionário revela o potencial de aceitabilidade de plataformas eletrônicas de carona solidária entre seus usuários, como aplicativos, desde que capazes de promover segurança aos mesmos. A estimativa feita a partir das respostas demonstrou que a implantação de um aplicativo de caronas para a universidade seria capaz de uma grande diminuição no

número de viagens atraídas ao polo, reduzindo assim os seus impactos negativos e trazendo conscientização aos seus usuários.

Esta solução não se restringe apenas aos campi, mas poderia ser utilizada em outros polos geradores de viagem com excesso de funcionários, aplicada como política interna, podendo ser executada em escala menor através de bancos de dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CET (1983) *Pólos Geradores de Tráfego*. Boletim Técnico 32. Companhia de Engenharia de Tráfego, São Paulo.
- Herz, M.; J. Galarraga e G. Pastor (2009) Características de Generación y Distribución Modal de Viajes en centros Educativos Universitarios. *XV CLATPU Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano, Buenos Aires* v. 1, p. 340–351.
- Nunes, J. L. (2005) Estudo da demanda por estacionamento em Instituições de Ensino Superior. Dissertação de Mestrado em Transportes, Publicação T.DM – 004 A/2005, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 167p.
- Portugal, L. S. (Org) (2012) *Polos geradores de viagens orientados à qualidade de vida e ambiental*. Ed. Interciência, São Paulo.

Daniel A. de Matos (daniel.matos@ufms.br)

Rafael R. de Souza (rafael.reina@live.com)

Laboratório de Transportes, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Av. Costa e Silva, s/nº - Campo Grande, MS, Brasil