

ADEQUAÇÃO DO MODO DE TRANSPORTE: UM INDICADOR DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL EM *CAMPUS* UNIVERSITÁRIO

Angélica Meireles de Oliveira
Francine Marvulle Tan
Antônio Néelson Rodrigues da Silva
Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos

RESUMO

O objetivo da presente comunicação técnica é apresentar e discutir a proposta de um indicador relacionado à adequação do modo de transporte, bem como a sua aplicação em um *campus* universitário. No estudo de caso em que o procedimento foi testado, aqui apresentado, os dados necessários foram coletados e tratados sem maiores dificuldades, o que permite constatar que o indicador é aplicável na prática. O alto valor do indicador obtido sugere que a maioria dos usuários utiliza modos de transporte adequados para seus deslocamentos até o *campus*. No entanto, a contabilização dos modos não motorizados no total de usuários pode estar introduzindo um viés, o que também levantou uma discussão em relação a sua definição. Como conclusão, sugere-se que se redefina o indicador, de modo a avaliar, somente entre os usuários de modos motorizados, qual a parcela que utiliza o veículo para percorrer distâncias superiores à média de pedestres e ciclistas.

1. INTRODUÇÃO

As discussões acerca do tema mobilidade são reflexos das mudanças da forma como a população se movimenta. Percebe-se que novos padrões de deslocamentos estão focados na difusão da motorização da sociedade (Ferreira *et al.*, 2013). Segundo Ferreira e Silva (2008), atendendo ao fato do automóvel privado ter a ele associadas consequências negativas para o ambiente, há um declínio na qualidade dos espaços urbanos, vinculado ao mesmo tempo a problemas de mobilidade. Portanto, com o objetivo de reduzir estes problemas estão sendo implementadas novas políticas de transporte, para promover os padrões de mobilidade sustentável, restringindo o uso de veículos particulares em determinadas áreas das cidades.

Considerando as premissas de sustentabilidade, é possível elencar os modos de transportes de acordo como seu potencial de impacto, sendo eles: modo a pé, bicicleta, transporte coletivo, transporte de carga e transporte individual. A hierarquia entre os modos, ordenada pelo potencial de sustentabilidade, define a prioridade que deve ser considerada no sistema viário (Gijón, 2015). Na Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), esta hierarquia já é definida como uma de suas diretrizes (Brasil, 2012). Contudo, a mobilidade sustentável não se resume apenas à substituição dos veículos de transporte individual, movidos a combustíveis fósseis, por outros a base de energia limpa (Ferreira e Boareto, 2013). A prática da mobilidade sustentável é mais complexa, baseada no equilíbrio do uso de diferentes modos de transportes e na mudança de comportamento dos usuários.

Uma ferramenta bastante utilizada para avaliar a qualidade da mobilidade e que também auxilia a definição de diretrizes de planejamento de sistemas complexos é a aplicação de indicadores. Segundo Chakhtoura e Pojani (2016), indicadores representam atributos operacionais de um sistema ou a medição do progresso em direção a um objetivo e devem ser específicos, mensuráveis, atingíveis, relevantes e tangíveis (Doran, 1981). Esta abordagem foi utilizada por Oliveira *et al.* (2014) no diagnóstico e na proposição de medidas de intervenção para um Polo Gerador de Viagens (PGV); no caso, um *campus* universitário. Como justificado por Delmelle e Delmelle (2012), o incentivo à prática da mobilidade sustentável é particularmente relevante em ambientes universitários por afetar diretamente a próxima geração de tomadores de decisões e seus padrões de viagem.

No processo de incentivo ao uso de modos não motorizados e, portanto, mais sustentáveis, é importante oferecer condições favoráveis para sua prática. A falta de infraestrutura adequada é apontada como um empecilho pelos usuários, como calçadas sem manutenção, ausência de arborização e de rampas de acessibilidade e/ou nivelamento (relativos ao modo a pé) e a condição precária de bicicletários e paraciclos (específicos do modo bicicleta). Para se atingir o equilíbrio do uso de diferentes modos de transportes, é importante que os usuários utilizem modos adequados às suas necessidades. Esta escolha está diretamente associada à distância, ao custo econômico e ao tempo disponível para o deslocamento.

Apesar de diversos estudos abordarem os problemas observados nos *campi* universitários (Cotrim *et al.*, 2012; Chaves e Duarte, 2013; Aguiar *et al.*, 2009; Tobias *et al.*, 2013; Correia, 2015; Neri e Costa, 2014; Parra e Portugal, 2006; Sanches e Ferreira, 2013; Stein, 2013), ainda há uma carência no que tange ao planejamento, pois muitas universidades não possuem planos efetivos para gestão da mobilidade. Alguns dos fatores que influenciam o desenvolvimento da mobilidade são internos, e dependem da gestão e infraestrutura do *campus*, outros são externos e estão relacionados com questões econômicas, políticas e sociais. Tão importante quanto identificar estes fatores é quantificar esta influência de cada um deles no desenvolvimento da mobilidade, bem como na escolha do modo de transporte.

Como discutido por Stein e Rodrigues da Silva (2014), a localização das origens de deslocamentos influencia diretamente nas taxas de geração de viagens. No caso de um *campus* universitário, um usuário que reside próximo ao seu destino de viagem tem a oportunidade de se deslocar de forma sustentável, podendo optar pelo modo a pé ou pela bicicleta, opções adequadas para pequenas a médias distâncias. Delmelle e Delmelle (2012) avaliam padrões de deslocamento em um *campus* e afirmam que o incentivo a modos alternativos ao automóvel é plausível, visto que os usuários residem a distâncias relativamente pequenas de seus destinos de viagem.

Por outro lado, distâncias maiores desestimulam e podem até mesmo inviabilizar o uso de modos mais sustentáveis. Whalen *et al.* (2013) chegaram a essa conclusão após estimarem as probabilidades de uso de diversos modos de transporte em ambiente universitário em função do tempo de viagem. Considerando que tempo e distância de viagem são variáveis diretamente relacionadas, pode-se concluir que exista um intervalo de distâncias considerado praticável pelos usuários. No caso do modo ciclovitário, por exemplo, este poderia ser considerado adequado para viagens de até 16 minutos de duração.

O objetivo deste trabalho é apresentar e discutir a proposta de um indicador relacionado à adequação da escolha do modo de transporte, visto que não foi identificado na literatura um indicador consolidado para tal fim. Apesar de a escolha modal depender de múltiplos fatores, o indicador proposto baseia-se apenas na variável distância, por se tratar de uma variável quantitativa facilmente obtida através de questionário, e que se refere ao trajeto residência-*campus* percorrido pelo usuário. Elaborada a proposta do indicador, o estudo também visa realizar a aplicação do mesmo em um *campus* universitário e discutir os resultados obtidos.

2. METODOLOGIA

Para esta comunicação técnica, foi proposto o indicador referente à adequação do modo de transporte. Apesar do conhecimento da influência de outras variáveis na escolha do modo (custo econômico e tempo disponível), neste indicador propõe-se considerar apenas o fator distância, uma vez que a análise das demais variáveis demandaria um modelo mais complexo

e dados adicionais. A Tabela 1 descreve as seguintes características deste indicador: definição, unidades de medida utilizadas, referências consultadas em sua elaboração, relevância, contribuição, método de cálculo, dados de base e possíveis fontes de dados.

Tabela 1: Caracterização do indicador *Adequação do modo de transporte*

Característica	Detalhamento
Definição	Porcentagem dos usuários que optam por um modo de transporte compatível com a distância a ser percorrida.
Unidades de medida	Porcentagem de usuários que opta por um modo de transporte adequado (%).
Referências	Amaral (2010); Stein <i>et al.</i> (2012); Ferraz e Torres (2004).
Relevância	A escolha do modo de transporte está diretamente associada à distância, entre outras variáveis. Conhecendo este parâmetro, é possível analisar se a escolha do modo de transporte é adequada às necessidades do usuário.
Método de cálculo	Descrito na sequência.
Dados de base	<ul style="list-style-type: none"> • Base cartográfica digital do município; • Endereço dos usuários (ou esquina mais próxima); • Portaria do <i>campus</i> frequentemente utilizada; • Modo de transporte principal utilizado.
Possíveis fontes de dados	<ul style="list-style-type: none"> • Prefeitura Municipal; • Pesquisa.

Método de cálculo

A avaliação da conscientização dos usuários na escolha do modo de transporte está diretamente associada às medidas de impedância ao deslocamento como, por exemplo, a distância a ser percorrida. Porém, independente destas distâncias, os modos a pé ou bicicleta sempre serão considerados opções sustentáveis. Por outro lado, para o uso do automóvel deve ser considerada uma distância mínima que justifique o seu uso. No caso, a distância percorrida deve ser associada às distâncias máximas alcançáveis pelos modos a pé ou bicicleta, em um tempo de deslocamento aceitável pelo usuário.

Para a mensuração deste indicador é necessário obter um banco de dados da amostra com informações de local de residência (ou ponto de origem da viagem) e modo principal utilizado. Estes dados podem ser levantados, por exemplo, a partir de consulta direta e/ou por amostragem. A representação geográfica destas informações, por meio de um SIG (Sistema de Informação Geográfica) permite a obtenção das distâncias percorridas por cada usuário do sistema. Além disso, é possível também calcular a distância média percorrida pelos usuários. No caso de pedestres e ciclistas, a distância média foi utilizada como parâmetro para a verificação da adequação da escolha do modo.

Para classificar se a escolha do modo de transporte é ou não adequada, compara-se a maior entre as distâncias médias praticadas por pedestres e ciclistas com a percorrida por cada um dos usuários de automóveis e motocicletas. Se a distância for superior à praticada por ciclistas ou pedestres, se justifica a utilização de veículos motorizados para o deslocamento. Porém, se a distância for menor, o usuário está fazendo um uso desnecessário do veículo motorizado. O valor final do indicador será a razão entre o número de usuários que utilizam o modo de transporte adequado pelo total de usuários.

3. ESTUDO DE CASO

Na presente comunicação técnica tomou-se como estudo de caso um *campus* universitário, que é um Polo Gerador de Viagem (PGV) que possui um sistema de mobilidade complexo, composto por vias, áreas de estacionamento e a interação entre diferentes modos de transportes. Foi escolhido o *campus* da USP de São Carlos, que é composto por duas áreas, com uma população de aproximadamente 9.000 usuários regulares (USP, 2015). Estes usuários regulares do *campus* representam, no total, cerca de 4% da população da cidade onde está localizado (IBGE, 2010), sendo que 80% frequenta regularmente a Área 1 e 20% a Área 2. Esta distribuição é dada pelo fato de a maioria dos cursos estar concentrada na Área 1, sendo esta uma área compacta (em termos de edificações) e já consolidada, localizada na região central da cidade. Já a Área 2 se encontra em região periférica da cidade e está em processo de expansão.

Com base na pesquisa realizada por Stein (2013), foram identificadas, entre as respostas, quais as principais barreiras e motivações da mobilidade, no tocante ao deslocamento para e no *campus*. Em Oliveira (2015), esta percepção dos usuários foi traduzida no IMSCamp (Índice de Mobilidade Sustentável no *Campus* Universitário). Entre o conjunto de 20 indicadores que compõe o IMSCamp, os quais foram elaborados com o intuito de mensurar as situações descritas pelos usuários do estudo de caso, a presente comunicação técnica visa apresentar e discutir um deles (*Adequação do modo de transporte*).

4. RESULTADOS

Na aplicação do indicador no estudo de caso, foram utilizadas as respostas obtidas por Oliveira (2015), sendo empregados os seguintes procedimentos na coleta e tratamento de dados:

- Padronização do formato dos locais de início de viagem (esquina mais próxima ao local de início de deslocamento para a universidade), em formato de planilha eletrônica, e posterior transferência para o SIG (Sistema de Informação Geográfica);
- Criação de um arquivo geográfico no SIG com os pontos de origem de viagem, a partir da localização das esquinas;
- Localização dos pontos de destino de cada viagem no SIG;
- Definição de duas redes: a primeira considerando o sentido das vias (para modos motorizados), a segunda desconsiderando o sentido das vias (para modos não motorizados);
- Cálculo do caminho mínimo entre os pontos de origem e destino da viagem para as duas redes;
- Inserção das distâncias resultantes no questionário que continha as demais informações dos usuários;
- Cálculo da média de distância percorrida para pedestres e ciclistas, selecionando a maior entre elas como a distância média, a qual será usada na comparação com os demais modos - ciclistas (≈ 2000 m) e pedestres (≈ 1200 m). No caso, a distância média utilizada para comparação foi de 2000 m;
- Avaliação da adequação do modo de transporte utilizado, através de comparação entre a distância percorrida por cada usuário de veículos motorizados e a distância média (2000 m). Uma distância superior à praticada por ciclistas ou pedestres justifica a utilização de veículos motorizados para o deslocamento, caso contrário não justifica (conforme a Tabela 2);

Tabela 2: Número de respondentes, usuários do *campus*, com modo de transporte adequado e inadequado.

VINCULAÇÃO DOS RESPONDENTES	ÁREA 1		ÁREA 2		TOTAL
	Usuários com modo adequado	Usuários com modo inadequado	Usuários com modo adequado	Usuários com modo inadequado	
Alunos de graduação	560	80	322	2	964
Alunos de pós-graduação	340	76	71	1	488
Servidores técnicos/administrativos	213	64	48	4	329
Servidores docentes	90	57	65	1	213
TOTAL	1203	277	506	8	1994

- Cálculo da razão entre o número dos usuários que utilizam o modo de transporte adequado em relação ao total, por tipo de usuário;
- Expansão dos resultados da amostra de cada tipo de usuário para a população do *campus*, respeitando as diferentes distribuições - alunos de graduação (53,2%); alunos de pós-graduação (28,6%); servidores técnicos/administrativos (12,7%) e servidores docentes (5,5%);
- Cálculo do valor do indicador para as duas áreas considerando a distribuição dos usuários - Área 1 (80%) e Área 2 (20%) (conforme a Tabela 3).

Tabela 3: Cálculo do indicador *Adequação do modo de transporte*.

Área	Usuários com modo adequado	Usuários com modo inadequado	Total	Fator de ponderação (%)	Contribuição de cada tipo de usuário
1	1203	277	1480	80	0,813
2	506	8	514	20	0,984
Valor final (indicador - Adequação do modo de transporte)					0,847

O valor do indicador obtido foi alto para ambas as áreas, apontando que a escolha do modo de transporte é adequada para a maioria dos usuários nos dois casos. Pela definição do indicador, isso atesta que os usuários, em sua maioria, utilizam modos sustentáveis para se deslocar até o *campus* ou percorrem distâncias que justificam o uso de modos motorizados privados.

5. CONCLUSÃO

O objetivo da presente publicação é apresentar e discutir a proposta de um indicador relacionado à adequação do modo de transporte, elaborado a partir da percepção dos usuários. Este indicador foi formulado no contexto de um *campus* universitário, que configura um PGV, constituído por um sistema de mobilidade complexo.

Os dados de base para o cálculo deste indicador são a base cartográfica digital do município e a caracterização das viagens realizadas da amostra, que contém informações como endereço de residência, portaria do *campus* utilizada e modo de transporte escolhido pelo usuário

(como mostrado na Tabela 1). No estudo de caso, estes dados foram coletados e tratados sem maiores dificuldades, o que permite constatar que o indicador é aplicável na prática.

O alto valor do indicador obtido no estudo de caso sugere que a maioria dos usuários utiliza modos de transporte adequados para seus deslocamentos até o *campus*; contudo, também levantou uma discussão em relação à sua definição. A avaliação da adequação do modo de transporte surgiu da premissa de que uma parcela dos usuários do *campus* reside a distâncias relativamente curtas e mesmo assim utilizam o automóvel como modo principal de deslocamento, configurando uma situação de dependência em relação ao uso do veículo (Stein, 2013). No entanto, se na contabilização do total de usuários forem abrangidos os modos não motorizados, como realizado neste indicador, o resultado contará com um viés que diluirá no valor final do indicador os usuários de automóveis que o utilizam para pequenas distâncias, passíveis de serem realizadas a pé ou de bicicleta. Neste caso, sugere-se que se redefina o indicador, de modo a avaliar, somente entre os usuários de modos motorizados, qual a parcela que utiliza o veículo para percorrer distâncias superiores à média de pedestres e ciclistas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, F. O., R. A. R. Ramos e A. N. Rodrigues da Silva (2009) Cenários de Avaliação das Restrições à Mobilidade dos Pedestres em Espaços Públicos: o Caso de um Campus Universitário. *Revista Transportes*, v. 17, n. 2, p. 5-15.
- Amaral, R. C. (2010) *Análise da Aplicação da Pegada Ecológica em Contextos Universitários: Estudo de Caso no Campus de São Carlos da Universidade de São Paulo*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Brasil (2012) Lei Nº 12.587. *Política Nacional de Mobilidade Urbana*. 03 de janeiro de 2012.
- Chakhtoura, C. e D. Pojani (2016) Indicator-based Evaluation of Sustainable Transport Plans: A Framework for Paris and Other Large Cities. *Transport Policy*, v. 50, p. 15-28.
- Chaves, T. S. e P. C. Duarte (2013) Acessibilidade e Mobilidade: o Campus da Universidade Federal do Pampa - Bagé/RS. *Anais XXVII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Belém.
- Correia, S. A. V. L. (2015) *Atributos de Rede para Pedestres com Restrições de Mobilidade em um Modelo para Avaliação da Acessibilidade*. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Cotrim, S. L.; M. E. P. Assunção, F. A. Simões e D. A. Medeiros Filho (2012) Qualidade das Calçadas no Campus da Universidade Estadual de Maringá - PR. *Anais III Simpósio de Pós-graduação em Engenharia Urbana*, Maringá.
- Delmelle, E. M. e E. C. Delmelle (2012) Exploring Spatio-temporal Commuting Patterns in a University Environment. *Transport Policy*, v. 21, p. 1-9.
- Doran, G. (1981) There's a S.M.A.R.T. Way to Write Management's Goals and Objectives. *Management Review*, v.70, n. 11, p. 35-36.
- Ferraz, A. C. P. e I. G. E. Torres (2004) *Transporte público urbano* (2ª. ed). RiMa, São Carlos.
- Ferreira, A. L. e R. Boareto (2013) Mobilidade Urbana e Meio Ambiente. Mobilidade Sustentável para um Brasil Competitivo. *Brasília: Associação Nacional das Empresas de Transporte Urbano*. p. 64-69. Disponível em: <<http://www.fetranspordocs.com.br/downloads/30MobilidadeSustentavel.pdf>>. Acesso em abril de 2015.
- Ferreira, D. e J. P. Silva (2008) *Mobilidade Sustentável em Campi Universitários - Boas Práticas Europeias*. Relatório de projeto, Escola Superior de Gestão e Tecnologias, Instituto Politécnico de Leiria.
- Ferreira, D., J. P. Silva e A. B. Silva (2013) Impactos dos Modos de Transporte Sustentáveis em Instituições de Ensino Superior – o Caso do Instituto Politécnico de Leiria. *Anais 7º Congresso Rodoviário Português – Novos desafios para a atividade rodoviária*, CRP, Lisboa.
- Gijón, A. d. (2015) *Movilidad Urbana Sostenible*. Disponível em: <<https://movilidad.gijon.es/page/13849-movilidad-urbana-sostenible>>. Acesso em fevereiro de 2015.
- IBGE (2010) *Censo Demográfico 2010*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em julho de 2014.
- Neri, H. C. F. R. e A. D. L. Costa (2014) Transporte Não Motorizado: o Uso e Potencialidade da Bicicleta no Entorno do Campus da Universidade Federal do Amazonas - UFAM. *Anais XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Curitiba.

- Oliveira, A. M. (2015) *Um Índice para o Planejamento de Mobilidade com Foco em Grandes Polos Geradores de Viagens - Desenvolvimento e Aplicação em um Campus Universitário*. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Oliveira, A. M. e A. N. Rodrigues da Silva (2014) Planejamento da Mobilidade com Foco em Grandes Polos Geradores de Viagens. *Anais XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Curitiba.
- Oliveira, A. M.; T. C. Ramos e A. N. Rodrigues da Silva (2014) Introduzindo Conceitos de Mobilidade Sustentável no Ensino Superior a Partir de Problemas de Mobilidade do Campus. *PLURIS – 6º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*. Lisboa, Portugal.
- Parra, M. C. e L. S. Portugal (2006) *Gerenciamento da Mobilidade dentro de um Campus Universitário: Problemas e Possíveis Soluções no Caso UFRJ*. Programa de Engenharia de Transportes (PET - COPPE/UFRJ), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Sanches, S. P. e M. A. G. Ferreira (2013) Mobilidade em um Campus Universitário. *19º Congresso Brasileiro de Transportes e Trânsito*, Brasília.
- Stein, P. P. (2013) *Barreiras, Motivações e Estratégias para Mobilidade Sustentável no Campus São Carlos da USP*. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Stein, P. P. e A. N. Rodrigues da Silva (2014) Influência de Perfis e Localizações dos Usuários nas Taxas de Geração de Viagens de Estabelecimentos de Ensino Superior. *Journal of Transport Literature*, Manaus, v.8, n. 3, p. 89-106.
- Stein, P. P., C. A. P. D. Silva e A. N. Rodrigues da Silva (2012) Impactos nas Distâncias de Caminhada Decorrentes de Acessos Exclusivos para Pedestres em um Campus Universitário. *Paranoá: Caderno de arquitetura e urbanismo*, Brasília, n. 6, p. 113-121, 2012.
- Tobias, M. S. G.; A. M. Borges e A. N. R. Brito (2013) Desafios e Soluções para Mobilidade em Campus Universitário: um Estudo de Caso na UFPA - Belém - PA. *Anais XXVII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Belém.
- USP São Carlos (2015) *Sobre o Campus da USP em São Carlos*. Disponível em: <http://www.saocarlos.usp.br/index.php?option=com_content&task=view&id=61&Itemid=87>. Acesso em maio de 2015.
- Whalen, K. E., A. Páez e J. A. Carrasco (2013) Mode Choice of University Students Commuting to School and the Role of Active Travel. *Journal of Transport Geography*, v. 31, p. 132-142.

Angélica Meireles de Oliveira (angelica_meireles@hotmail.com)

Francine Marvulle Tan (francine.tan@usp.br)

Antônio Néilson Rodrigues de Oliveira (anelson@sc.usp.br)

Departamento de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo
Av. Trabalhador Sancarlene, 400 - São Carlos, SP, Brasil