

## INDICADORES COMUNS PARA AVALIAÇÃO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL EM DISTINTOS *CAMPI* UNIVERSITÁRIOS

**Francine Marvulle Tan**  
**Antônio Néilson Rodrigues da Silva**

Universidade de São Paulo  
Escola de Engenharia de São Carlos

**Pablo Brilhante de Sousa**  
Universidade Federal da Paraíba

### RESUMO

Este estudo tem por objetivo identificar um conjunto mínimo de indicadores para compor um índice de mobilidade para *campus* universitário aplicável em diferentes contextos. O estudo teve início com uma coleta de dados junto a especialistas, visando identificar o grau de relevância e de adequação de um conjunto de indicadores elaborados especificamente para *campi* universitários. Os resultados obtidos foram analisados com o teste não paramétrico de Friedman, que apontou concordância por parte dos especialistas em relação à relevância e à adequação de 13 indicadores: Infraestrutura de transporte público urbano, Qualidade das calçadas dentro e de acesso ao *campus*, Vagas para usuários com restrição de mobilidade, Transporte público urbano, Segurança pública, Acessibilidade dos prédios, Infraestrutura de estacionamento, Bicicletários e paraciclos, Infraestrutura de acesso ao *campus*, Adequação do modo de transporte, Qualidade das vias no *campus*, Infraestrutura cicloviária e Ações de educação no trânsito.

### ABSTRACT

This study aims at identifying a minimum set of indicators to compose an index that can be applied for the assessment of mobility conditions at university campuses in different contexts. The study began with data collection from an experts' panel in order to identify the level of relevance and suitability of a set of indicators previously created. The dataset was analyzed using Friedman's non-parametric test, which indicated an agreement, in terms of relevance and suitability, on the following 13 indicators: Urban public transportation infrastructure, Quality of sidewalks (inside and around the campus), Parking spaces for users with mobility constraints, Urban public transportation, Security, Universal accessibility, Parking infrastructure, Bicycle storage facilities, Infrastructure to access the campus, Suitability of transportation modes, Pavement quality inside the campus, Cycling infrastructure and Traffic education initiatives.

### 1. INTRODUÇÃO

*Campi* universitários representam Polos Geradores de Viagens (PGV's) de características particulares e alta complexidade, motivo pelo qual devem ser tratados de forma diferenciada (Parra, 2006; Balsas, 2003; Meireles, 2014; Stein e Rodrigues da Silva, 2014 e 2017; Rodrigues et al., 2005; Chung et al., 2018). Por acolherem instituições de ensino e, com isso, abrigarem uma comunidade de tomadores de decisão, espera-se que os *campi* exerçam o papel de laboratório de boas práticas em diversos aspectos, inclusive no que diz respeito à mobilidade sustentável (Tolley, 1996; Ferreira, 2011; Delmelle e Delmelle, 2012; Meireles, 2014; Vale et al., 2018). Além disso, os *campi*, em geral, apresentam ambientes de uso misto

do solo, multimodais e caminháveis, sendo, portanto, locais propícios para boas experiências de mobilidade (Cherry et al., 2018). Dessa forma, é importante o investimento no planejamento desses PGVs, visto que apresentam um alto potencial de impacto positivo na sociedade (Shannon et al., 2006).

Neste contexto, Oliveira (2015) elaborou um procedimento para a construção e validação de um índice de mobilidade sustentável associado a grandes PGV's, especificamente para *campus* universitário (denominado IMSCamp). A aplicação do procedimento ocorreu no *campus* da USP de São Carlos com o intuito de identificar, a partir dos indicadores que compõem o índice, temas ou domínios prioritários para melhoria e que poderiam servir de base para o estabelecimento de metas, intervenções e acompanhamento no âmbito da gestão do *campus*.

Vale ressaltar que a possibilidade de aplicação de um índice de mobilidade sustentável, entre os diversos *campi* universitários, poderia ser uma ferramenta eficaz de gestão dos recursos destinados a mobilidade no dia a dia das instituições de ensino. Desta forma, o objetivo geral deste trabalho é verificar a possibilidade de propor uma estrutura mínima recomendável, para compor um índice de mobilidade para *campus* universitário, aplicável em diferentes contextos.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

A falta de práticas voltadas para a interação entre comunidade e *campus* e para a mobilidade sustentável foi apontada por Dell'Olio et al. (2014) e Oliveira (2015). Motivou ainda estudos como o de Gavanis e Tsakalidis (2017), que citaram a falta de comunicação entre as instituições de ensino, a qual cria barreiras para que o “*know how*” seja compartilhado e mais universidades estejam aptas a desenvolver suas próprias estruturas de avaliação. A partir dessa premissa, os autores desenvolveram um método estruturado para melhorar a acessibilidade e a sustentabilidade dos deslocamentos até a universidade e a interação entre comunidade e *campus*. O método não utilizou indicadores, mas foi elaborada uma estrutura para auxiliar na decisão em relação a iniciativas e investimentos na mobilidade sustentável. Como estudo de caso, o método foi testado na Grécia, especificamente na Instituição Tecnológica e Educacional de Tessália. A análise de boas práticas internacionais abrangeu Planos de Mobilidade e outras iniciativas de diversos *campi* europeus e americanos. Apesar das iniciativas desta universidade, foi identificado que não existe um consenso ou uma estrutura padrão para uma avaliação quantitativa e, além disso, houve destaque em relação à importância de uma estrutura comum que possibilite a troca de informações com o intuito de avaliar o nível da mobilidade e acessibilidade de cada *campus*. Os autores destacaram ainda, que é prejudicial a falta de uma estrutura comum, pois isso dificulta ou inviabiliza a realização de comparações.

Indicadores são ferramentas largamente utilizadas para fins de planejamento, pois proporcionam uma análise individual e objetiva, tanto quantitativa como qualitativa, do caso de interesse (Chakhtoura e Pojani, 2016). Como nos estudos de Gudmundsson (2004) e Costa (2008), a utilização de indicadores é uma forma de transformar objetivos em metas operacionais e simplificar a complexidade do gerenciamento. Contudo, na maioria dos casos, o uso de indicadores isolados pode não ser suficiente para fazer as avaliações solicitadas, já que cada indicador fica restrito a apontar a condição geral do fenômeno estudado sob um

aspecto (Costa, 2008; Litman, 2016). Assim, para uma análise detalhada, costuma-se empregar um conjunto de indicadores, que compõem um índice.

Os índices podem servir de apoio na tomada de decisões, avaliações técnicas e discussões com o público em geral. Além disso, podem ser utilizados com o fim de avaliar o desempenho de ações, a partir da comparação com padrões ou objetivos a serem atingidos, podendo, neste caso, ser chamados de medidas de performance (Gudmundsson, 2004; Costa, 2008). No caso do planejamento da mobilidade sustentável, os índices auxiliam no diagnóstico e na identificação dos elementos com potencial de melhoria, além do monitoramento dos impactos das intervenções feitas no decorrer do tempo.

Na seleção de indicadores para um índice, Litman (2016) afirmou que a adoção de poucos indicadores facilita a etapa de coleta de dados, porém pode acarretar na falta de fatores importantes para o estudo completo do fenômeno. Já uma grande quantidade de indicadores pode proporcionar especificidades e maior detalhamento, contudo as coletas de dados e análises podem exigir mais recursos. É necessário, portanto, ponderar estes fatores em cada situação e, assim, elencar os indicadores a serem empregados.

Em relação às cidades, Costa (2008) desenvolveu um índice denominado IMUS (Índice de Mobilidade Urbana Sustentável), o qual permite a avaliação e o monitoramento da mobilidade urbana sustentável, orientando o planejamento em centros urbanos. Já os *campi* universitários podem, contudo, divergir entre si em vários aspectos, como, por exemplo, em seu porte, no ambiente em que estão inseridos (zona urbana ou zona rural), nos cursos que oferecem, etc. Desta forma, torna-se válido buscar um índice que possa ser transferível e passível de uso sob diferentes contextos. No caso do índice proposto por Oliveira (2015), no entanto, como ele foi concebido e aplicado em um único *campus*, seu potencial de transferência ainda é não conhecido.

Chakhtoura e Pojani (2016) afirmaram que não há consenso sobre um conjunto de indicadores universal para a avaliação da mobilidade em cidades. Entretanto, ressaltaram a importância de uma estrutura padrão que seja flexível e passível de ser ajustada aos diferentes contextos de aplicação, aos dados disponíveis e aos novos desafios, permitindo uma comparação entre localidades similares. Macário e Marques (2008) também trataram das condições de transferência de indicadores entre cidades, partindo da hipótese de que seria possível o uso de um conjunto de indicadores, previamente aplicados em uma cidade com sucesso, caso houvesse características semelhantes (geográficas, demográficas, socioeconômicas, culturais, tecnológicas, institucionais e organizacionais) entre as cidades. Todavia, salientaram a dificuldade de prever o potencial de transferência de um conjunto de indicadores e, por isso, sugeriram que este potencial seja avaliado posteriormente à adaptação e à aplicação do conjunto a um novo caso.

Vale ressaltar que os estudos acima citados tinham o foco em índices de mobilidade urbana sustentável para cidades. Além disso, não dispunham de um método de avaliação quantitativo do potencial de transferência que possa ser replicado para o caso de *campi* universitários, o que reforça a necessidade do desenvolvimento de um método de avaliação para este propósito.

Na falta de índices de mobilidade sustentável disponíveis para aplicação em *campi* universitários, e o fato de se desconhecer se o IMSCamp pode ou não ser aplicado em diferentes contextos, não é possível comparar numericamente as condições de mobilidade entre *campi*. Assim, faz-se necessário um índice global, padronizado, que contemple as múltiplas necessidades que diferentes *campi* podem apresentar, baseado em um conjunto de indicadores, como proposto neste estudo.

### 3. MÉTODO

Visando identificar um conjunto de possíveis indicadores para a formulação de um índice de mobilidade para *campus* universitário mais global, possível de ser transferido em diferentes contextos, foi constituído um painel de especialistas. O objetivo do painel proposto era identificar o grau de relevância e de adequação dos indicadores de Oliveira (2015), a partir da percepção de profissionais atuantes em *campi* universitários diversos. Além disso, também permite identificar eventuais limitações dos indicadores. O método empregado consiste em uma coleta de dados, por meio de questionário, e uma análise dos resultados com um teste estatístico não paramétrico. O questionário para coleta dos dados foi organizado em duas partes: caracterização do *campus* em que o especialista atua ou tem experiência e avaliação dos 20 indicadores originais do IMSCamp (Oliveira, 2015). A caracterização diz respeito à identificação do *campus*, sua localização (zona rural ou urbana) e descrição de especificidades que possam interferir nas estratégias de planejamento de transporte. Na avaliação, o respondente é convidado a classificar sua percepção sobre os indicadores, de acordo com três critérios: relevância, adequação e necessidade de adaptações para a aplicação. Os três critérios são explicados ao especialista:

- Este indicador é RELEVANTE para o seu *campus*? Ou seja, este aspecto é importante para o planejamento da mobilidade sustentável em seu *campus*?
- Este indicador é ADEQUADO para ser aplicado em seu *campus*? O indicador aborda ações/infraestruturas/serviços existentes ou recomendados em seu *campus*?
- Se o indicador não for adequado, qual seria a adaptação necessária para que o mesmo fosse aplicável em seu *campus*? Quais aspectos deveriam ser alterados, acrescentados ou retirados do indicador para que este se adequasse ao seu *campus*?

Foi realizada então uma classificação em escala Likert com 7 níveis para os dois primeiros critérios (discordo totalmente, discordo, discordo parcialmente, neutro, concordo parcialmente, concordo e concordo totalmente). Já o terceiro critério era respondido em forma de texto aberto, em uma caixa de comentário.

Na etapa de análise dos dados, após a aplicação do questionário, aplicou-se um teste estatístico com o intuito de verificar se existia concordância no julgamento dos especialistas em relação aos indicadores, apontando se houvesse alguns considerados mais adequados e relevantes que os demais. No presente estudo, foi escolhido o teste não paramétrico de Friedman. Testes não paramétricos são indicados para casos que não se adequam à estrutura clássica de inferência estatística (Noether, 1991). Estes testes não exigem igualdade das variâncias ou normalidade da população e permitem aplicação em amostras menores com maior eficiência.

Segundo Noether (1991), o Teste de Friedman é usualmente aplicado nos chamados “problemas dos  $n$  rankings” (definidos como casos em que um número  $n$  de pessoas

(avaliadores) devem ordenar um número  $k$  de objetos por ordem de preferência). O intuito deste tipo de experimento é identificar se existe algum consenso entre as avaliações em relação à ordem de preferência, como é o caso deste estudo. O Teste de Friedman examina a consistência dos *ranks*: quanto maior a concordância entre os avaliadores, maior é o valor da estatística de Friedman (Sprent e Smeeton, 2007). Um baixo valor dessa estatística pode ser reflexo de duas circunstâncias:

- Existir uma discordância considerável entre as opiniões dos avaliadores, resultando em *ranks* altos sendo anulados por *ranks* baixos atribuídos por outros avaliadores;
- Os objetos serem ordenados aleatoriamente devido a uma falta de preferência dos avaliadores. Se os objetos diferem pouco uns dos outros, provavelmente os avaliadores os ordenam aleatoriamente.

No teste de Friedman, a hipótese nula é de que os *ranks* das avaliações de cada um dos indicadores são igualmente prováveis, ou seja, têm distribuição aleatória. Esta é a situação da segunda circunstância apresentada anteriormente, em que não há preferência por parte dos avaliadores. A hipótese alternativa é de que ao menos um dos indicadores tem relevância e adequação diferenciados, ou seja, os *ranks* não são aleatórios e existem indicadores mais relevantes e adequados que outros. O teste segue as seguintes premissas: a variável de interesse é ordinal (avaliação em escala Likert); as variáveis aleatórias são independentes (avaliadores distintos), ou seja, a avaliação de um especialista não interfere nas demais; para cada avaliador as observações podem ser ordenadas de acordo com algum critério de interesse.

Neste teste, são seguidas as seguintes etapas: definir os *ranks* das observações, realizar correções nos casos de empate e efetuar comparações múltiplas entre os pares de observações. Inicialmente, os dados obtidos do questionário são organizados de maneira que as avaliações dos especialistas constituam os blocos (linhas) e os 20 indicadores, os tratamentos (colunas). Atribuem-se *ranks* das observações dentro de cada bloco e, para os empates, emprega-se a média da colocação. A estatística de Friedman pode ser expressa pela Equação 1.

$$T_1 = \frac{12}{bk(k+1)} \sum_{j=1}^k R_j^2 - 3b(k+1) \quad (1)$$

em que:

$b$ : Variáveis aleatórias independentes  $k$ -variadas ( $X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ik}$ ), chamadas  $b$  blocos (ou amostras),  $i = 1, \dots, b$

$k$ : Condições, efeitos ou tratamentos

$R$ : *Ranks* atribuídos às observações dentro de cada bloco

A soma dos *ranks* de todos os tratamentos é calculada pela Equação 2.

$$\sum_{j=1}^k R_j = \frac{bk(k+1)}{2} \quad (2)$$



O ajuste para empates é realizado por meio de uma correção na estatística de Friedman ( $T_1$ ). Sendo  $A_1$  a soma do quadrado dos *ranks* (Equação 3) e  $C_1$  o fator de correção (Equação 4), o valor ajustado de  $T_1$  ( $T_1^*$ ) é definido pela Equação 5.

$$A_i = \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k [R(X_{ij})]^2 \quad (3)$$

$$C_1 = \frac{bk(k+1)^2}{4} \quad (4)$$

$$T_1^* = \frac{(k-1)(\sum_{j=1}^k R_j^2 - bC_1)}{(A_1 - C_1)} \quad (5)$$

Em seguida, o valor de  $T_1^*$  é comparado ao valor de Qui Quadrado crítico, o qual é consultado em tabela de distribuição de acordo com o número de graus de liberdade e nível de significância definido. Caso  $T_1^*$  seja maior que o valor crítico de  $\chi^2$ , rejeita-se a hipótese nula, o que indica que os *ranks* podem não ser aleatórios. Neste caso, é necessário realizar comparações múltiplas entre os pares de tratamentos a fim de identificar quais deles são considerados distintos. Se a condição estabelecida na Equação 6 se verificar, esta distinção é comprovada.

$$|R_j - R_i| > t_{1-\alpha/2} \left[ \frac{2(bA_1 - \sum R_j^2)}{(b-1)(k-1)} \right]^{(1/2)} \quad (6)$$

Em que  $t_{1-\alpha/2}$  é o quantil  $(1 - \alpha/2)$  da distribuição *t-Student* com  $(b - 1)(k - 1)$  graus de liberdade.

#### 4. RESULTADOS

O questionário foi aplicado por meio de plataforma online, o que viabilizou a participação de profissionais de todo o território brasileiro. Ao todo, foram enviados 51 convites e obtidas 24 respostas completas, retratando experiências em *campi* universitários nas seguintes unidades federativas: Amazonas (1 resposta), Alagoas (1 resposta), Ceará (1 resposta), Paraíba (1 resposta), Rio Grande do Norte (1 resposta), Distrito Federal (1 resposta), Goiás (1 resposta), Minas Gerais (4 respostas), Rio de Janeiro (1 resposta), São Paulo (8 respostas), Paraná (3 respostas) e Santa Catarina (1 resposta).

Foram atribuídos valores de 1 a 7 às avaliações individuais relativos à adequação e à relevância dos indicadores (1 para a resposta “discordo totalmente” e 7 para “concordo totalmente” da escala Likert). Em seguida, determinaram-se os *ranks* de acordo com tais valores e foram seguidas as demais etapas do teste estatístico.

Com o intuito de verificar a confiabilidade do questionário, calculou-se o alfa de Cronbach (Cronbach, 1951) por meio da Equação 6.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_{soma}^2} \right) \quad (7)$$

Em que:

$\alpha$ : alfa de Cronbach

$k$ : número de questões

$s_i^2$ : variância de cada questão

$s_{soma}^2$ : variância total do questionário, determinada como a soma de todas as variâncias

Os quesitos adequação e relevância tiveram como resultado  $\alpha_{adequação} = 0,82$  e  $\alpha_{relevância} = 0,89$ , ambos dentro da faixa de valores aceitáveis do Alfa de Cronbach (de 0,70 a 0,95, segundo Tavakol and Dennick, 2011).

O agrupamento das avaliações individuais de cada especialista para cada indicador é dado pelas somas dos *ranks* ( $R_j$ ), as quais são mostradas na Tabela 1 para os quesitos adequação e relevância, em ordem crescente. Na primeira linha estão os indicadores com menor concordância por parte dos avaliadores para cada quesito. Em seguida, a estatística de Friedman ( $T_j$ ) foi aplicada pelas Equações (1) e (5), respectivamente, para os quesitos adequação e relevância, separadamente. A Tabela 2 resume os valores da estatística de Friedman obtidos.

**Tabela 1:** Somas dos *ranks* ( $R_j$ ) dos 20 indicadores analisados no painel de especialistas, organizados em ordem crescente. No topo da primeira coluna (à esquerda), o indicador com menor concordância por parte dos avaliadores no quesito adequação. No topo da terceira coluna, o indicador com menor concordância por parte dos avaliadores no quesito relevância.

Indicador ( $R_i$ )	Soma dos <i>ranks</i> ADEQUAÇÃO	Indicador ( $R_i$ )	Soma dos <i>ranks</i> RELEVÂNCIA
R20	178,5	R20	176,0
R8	183,5	R15	187,0
R15	198,5	R18	188,5
R18	208,5	R8	208,0
R3	219,0	R16	216,5
R16	225,0	R1	226,5
R1	241,5	R9	238,0
R2	246,5	R2	242,0
R6	250,5	R3	242,0
R9	252,5	R10	242,5
R4	255,0	R4	248,5
R5	257,5	R5	266,5
R7	258,0	R14	276,5
R10	260,0	R7	285,5
R14	275,5	R19	290,5
R19	293,0	R6	291,5
R17	305,0	R17	293,0
R13	306,0	R11	303,0
R12	310,5	R12	308,5
R11	315,5	R13	309,5

**Tabela 2:** Valores da estatística de Friedman obtidos.

Estatística de Friedman	Critérios	
	Adequação	Relevância
$T_I$	38,526	40,636
$T_I^*$	53,417	64,599

Determina-se o número de graus de liberdade por  $(k - 1)$ . No caso, para um conjunto de 20 indicadores, trabalhou-se com 19 graus de liberdade. Adotando-se 5% como nível de significância, tem-se o valor de Qui Quadrado crítico de 30,144, segundo tabela de distribuição. Visto que os valores da estatística de Friedman foram maiores do que este número nos dois quesitos (adequação e relevância), a hipótese nula foi rejeitada. Os dados sugerem, portanto, que podem existir indicadores mais relevantes e adequados que outros e que a distribuição dos *ranks* pode não ter sido aleatória. Por meio do processo de comparações múltiplas (Equação 6) foi possível identificar os pares de indicadores cujos *ranks* podem ser considerados como diferentes entre si. Como registro do procedimento, as comparações múltiplas do quesito adequação são mostradas na Tabela 3, seguida de sua interpretação.

**Tabela 3:** Comparações múltiplas entre os *ranks* dos indicadores para o quesito Adequação, feitas pela operação  $|R_j - R_i|$ . Em destaque, as diferenças maiores do que o valor de referência (65,484).

Comparações múltiplas entre os <i>ranks</i> dos indicadores para o quesito Adequação ( $ R_j - R_i $ )																				
	R20	R8	R15	R18	R3	R16	R1	R2	R6	R9	R4	R5	R7	R10	R14	R19	R17	R13	R12	R11
R20	0	5	20	30	40.5	46.5	63	<b>68</b>	<b>72</b>	<b>74</b>	<b>76.5</b>	<b>79</b>	<b>79.5</b>	<b>81.5</b>	<b>97</b>	<b>114.5</b>	<b>126.5</b>	<b>127.5</b>	<b>132</b>	<b>137</b>
R8	5	0	15	25	35.5	41.5	58	63	<b>67</b>	<b>69</b>	<b>71.5</b>	<b>74</b>	<b>74.5</b>	<b>76.5</b>	<b>92</b>	<b>109.5</b>	<b>121.5</b>	<b>122.5</b>	<b>127</b>	<b>132</b>
R15	20	15	0	10	20.5	26.5	43	48	52	54	56.5	59	59.5	61.5	<b>77</b>	<b>94.5</b>	<b>106.5</b>	<b>107.5</b>	<b>112</b>	<b>117</b>
R18	30	25	10	0	10.5	16.5	33	38	42	44	46.5	49	49.5	51.5	<b>67</b>	<b>84.5</b>	<b>96.5</b>	<b>97.5</b>	<b>102</b>	<b>107</b>
R3	40.5	35.5	20.5	10.5	0	6	22.5	27.5	31.5	33.5	36	38.5	39	41	56.5	<b>74</b>	<b>86</b>	<b>87</b>	<b>91.5</b>	<b>96.5</b>
R16	46.5	41.5	26.5	16.5	6	0	16.5	21.5	25.5	27.5	30	32.5	33	35	50.5	<b>68</b>	<b>80</b>	<b>81</b>	<b>85.5</b>	<b>90.5</b>
R1	63	58	43	33	22.5	16.5	0	5	9	11	13.5	16	16.5	18.5	34	51.5	63.5	64.5	<b>69</b>	<b>74</b>
R2	<b>68</b>	63	48	38	27.5	21.5	5	0	4	6	8.5	11	11.5	13.5	29	46.5	58.5	59.5	64	<b>69</b>
R6	<b>72</b>	<b>67</b>	52	42	31.5	25.5	9	4	0	2	4.5	7	7.5	9.5	25	42.5	54.5	55.5	60	65
R9	<b>74</b>	<b>69</b>	54	44	33.5	27.5	11	6	2	0	2.5	5	5.5	7.5	23	40.5	52.5	53.5	58	63
R4	<b>76.5</b>	<b>71.5</b>	56.5	46.5	36	30	13.5	8.5	4.5	2.5	0	2.5	3	5	20.5	38	50	51	55.5	60.5
R5	<b>79</b>	<b>74</b>	59	49	38.5	32.5	16	11	7	5	2.5	0	0.5	2.5	18	35.5	47.5	48.5	53	58
R7	<b>79.5</b>	<b>74.5</b>	59.5	49.5	39	33	16.5	11.5	7.5	5.5	3	0.5	0	2	17.5	35	47	48	52.5	57.5
R10	<b>81.5</b>	<b>76.5</b>	61.5	51.5	41	35	18.5	13.5	9.5	7.5	5	2.5	2	0	15.5	33	45	46	50.5	55.5
R14	<b>97</b>	<b>92</b>	<b>77</b>	<b>67</b>	56.5	50.5	34	29	25	23	20.5	18	17.5	15.5	0	17.5	29.5	30.5	35	40
R19	<b>114.5</b>	<b>109.5</b>	<b>94.5</b>	<b>84.5</b>	<b>74</b>	<b>68</b>	51.5	46.5	42.5	40.5	38	35.5	35	33	17.5	0	12	13	17.5	22.5
R17	<b>126.5</b>	<b>121.5</b>	<b>106.5</b>	<b>96.5</b>	<b>86</b>	<b>80</b>	63.5	58.5	54.5	52.5	50	47.5	47	45	29.5	12	0	1	5.5	10.5
R13	<b>127.5</b>	<b>122.5</b>	<b>107.5</b>	<b>97.5</b>	<b>87</b>	<b>81</b>	64.5	59.5	55.5	53.5	51	48.5	48	46	30.5	13	1	0	4.5	9.5
R12	<b>132</b>	<b>127</b>	<b>112</b>	<b>102</b>	<b>91.5</b>	<b>85.5</b>	<b>69</b>	64	60	58	55.5	53	52.5	50.5	35	17.5	5.5	4.5	0	5
R11	<b>137</b>	<b>132</b>	<b>117</b>	<b>107</b>	<b>96.5</b>	<b>90.5</b>	<b>74</b>	<b>69</b>	65	63	60.5	58	57.5	55.5	40	22.5	10.5	9.5	5	0



No quesito adequação, as comparações múltiplas dão suporte para que se compreenda que, entre os especialistas:

- Há maior concordância a respeito de o indicador 11 ser adequado do que a respeito de os indicadores 2, 1, 16, 3, 18, 15, 8 e 20 serem adequados.
- Há maior concordância a respeito de o indicador 12 ser adequado do que a respeito de os indicadores 1, 16, 3, 18, 15, 8 e 20 serem adequados.
- Há maior concordância a respeito de os indicadores 13, 17 e 19 serem adequados do que a respeito de os indicadores 16, 3, 18, 15, 8 e 20 serem adequados.
- Há maior concordância a respeito de o indicador 14 ser adequado do que a respeito de os indicadores 18, 15, 8 e 20 serem adequados.
- Há maior concordância a respeito de os indicadores 10, 7, 5, 4, 9, 6 serem adequados do que a respeito de os indicadores 8 e 20 serem adequados.
- Há maior concordância a respeito de o indicador 2 ser adequado do que a respeito de o indicador 20 ser adequado.

Para elencar indicadores com potencial de compor um índice mais global, o critério de seleção empregado foi o descarte daqueles que apresentaram evidências de menor concordância sobre serem adequados que os demais (em outras palavras, os indicadores não destacados pelas comparações múltiplas). Desta forma, descartaram-se os indicadores 2, 1, 16, 3, 18, 15, 8 e 20 no quesito adequação. As Tabelas 4 e 5 mostram os indicadores selecionados para o quesito adequação e para o quesito relevância, respectivamente.

**Tabela 4:** Indicadores selecionados, organizados por ordem de concordância na avaliação dos especialistas (no topo, os de maior concordância) - Quesito adequação.

Número do indicador	Descrição do indicador	$R_j$
11	Infraestrutura de transporte público urbano	315,5
12	Qualidade das calçadas dentro e de acesso ao <i>campus</i>	310,5
13	Vagas para usuários com restrição de mobilidade	306
17	Transporte público urbano	305
19	Segurança pública	293
14	Acessibilidade dos prédios	275,5
10	Infraestrutura de estacionamento	260
7	Bicicletários e paraciclos	258
5	Infraestrutura de acesso ao <i>campus</i>	257,5
4	Adequação do modo de transporte	255
9	Qualidade das vias no <i>campus</i>	252,5
6	Infraestrutura cicloviária	250,5
2	Ações de educação no trânsito	246,5

Tanto para o critério relevância quanto para adequação observa-se que houve concordância por parte dos especialistas em eleger o mesmo conjunto de indicadores, com exceção do indicador 3, selecionado apenas no quesito relevância. Desta forma, para compor um índice mais “global”, é recomendada a utilização dos 13 indicadores compreendidos nas duas seleções: *Infraestrutura de transporte público urbano*, *Qualidade das calçadas dentro e de acesso ao campus*, *Vagas para usuários com restrição de mobilidade*, *Transporte público*

*urbano, Segurança pública, Acessibilidade dos prédios, Infraestrutura de estacionamento, Bicicletários e paraciclos, Infraestrutura de acesso ao campus, Adequação do modo de transporte, Qualidade das vias no campus, Infraestrutura cicloviária e Ações de educação no trânsito.*

**Tabela 5:** Indicadores selecionados, organizados por ordem de concordância na avaliação dos especialistas (no topo, os de maior concordância) - Quesito relevância.

Indicador	Descrição do indicador	Rj
13	Vagas para usuários com restrição de mobilidade	309,5
12	Qualidade das calçadas dentro e de acesso ao <i>campus</i>	308,5
11	Infraestrutura de transporte público urbano	303
17	Transporte público urbano	293
6	Infraestrutura cicloviária	291,5
19	Segurança pública	290,5
7	Bicicletários e paraciclos	285,5
14	Acessibilidade dos prédios	276,5
5	Infraestrutura de acesso ao <i>campus</i>	266,5
4	Adequação do modo de transporte	248,5
10	Infraestrutura de estacionamento	242,5
2	Ações de educação no trânsito	242
3	Ações de incentivo à preferência de modos alternativos	242

## 5. DISCUSSÃO

No painel de especialistas foram obtidas respostas de todas as regiões do Brasil, no entanto, a distribuição da participação dos avaliadores não foi homogênea. A região Norte, por exemplo, contou apenas com a contribuição de um avaliador do *campus* da UFAM (Universidade Federal do Amazonas), enquanto a região Sudeste foi representada por 13 especialistas, 8 dos quais de *campi* do estado de São Paulo. Vale salientar que o painel foi uma tentativa de identificar, dentre o conjunto de indicadores do IMSCamp, quais temas poderiam compor um índice mais “universal” e que são importantes para o planejamento da mobilidade sustentável em *campi* universitários. Deve-se buscar, portanto, o equilíbrio na participação das regiões brasileiras com o intuito de uma análise imparcial e, de forma a considerar as necessidades dos mais diversos *campi*, se o objetivo for elaborar um índice aplicável em nível nacional.

O método utilizado fundamenta a ideia de que os 13 indicadores, selecionados pelos avaliadores e corroborados pelo teste de Friedman, refletem todas as necessidades partilhadas pelos *campi* examinados. Entretanto, os especialistas opinaram apenas em relação aos 20 indicadores do IMSCamp. Foram coletadas suas sugestões sobre a possibilidade de criação de novos indicadores, porém estas informações não foram examinadas neste estudo e podem contribuir para complementar o índice.

Mais uma observação em relação ao método é que o teste de Friedman foi aplicado utilizando a totalidade das avaliações dos especialistas, e não separadamente, por grupos, de acordo com o perfil de cada *campus*. Sugere-se que seja feita uma análise neste sentido, a fim de compreender como as necessidades variam de acordo com o perfil dos *campi* e quais características são determinantes para o processo de planejamento.

## 6. CONCLUSÃO

À luz do que foi constatado com as respostas às questões acima, é possível definir uma estrutura mínima recomendável para compor um índice de mobilidade para *campus* universitário possível de ser transferido para contextos distintos. Conforme mostram os resultados, os indicadores com maior concordância, segundo os 24 especialistas no Brasil que participaram do painel, em termos de relevância e adequação, são os seguintes:

- Infraestrutura de transporte público urbano
- Qualidade das calçadas dentro e de acesso ao *campus*
- Vagas para usuários com restrição de mobilidade
- Transporte público urbano
- Segurança pública
- Acessibilidade dos prédios
- Infraestrutura de estacionamento
- Bicicletários e paraciclos
- Infraestrutura de acesso ao *campus*
- Adequação do modo de transporte
- Qualidade das vias no *campus*
- Infraestrutura ciclovária
- Ações de educação no trânsito

Porém, como levantado na seção de discussão, os especialistas foram solicitados a avaliar somente o conjunto dos 20 indicadores originais do IMSCamp. Para a elaboração de um índice global, deve-se explorar e compreender quais são os temas de maior relevância para múltiplos *campi*, que podem não estar contidos em sua totalidade no conjunto de indicadores abordado neste estudo. Adicionalmente, o aumento da representatividade das diversas regiões brasileiras no painel de especialistas seria de grande valia no sentido de agregar outras perspectivas e, possivelmente, revelar a necessidade de novos indicadores.

### Agradecimentos

Agradecimento ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo financiamento da pesquisa.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balsas, C. J. (2003) Sustainable Transportation Planning on College Campuses. *Transport Policy*, v. 10, n. 1, p. 35-49. doi: [10.1016/S0967-070X\(02\)00028-8](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(02)00028-8).
- 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. doi: [10.1016/j.tranpol.2016.05.014](https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.05.014).
- Cherry, C. R.; W. Riggs; B. Appleyard; N. Dhakal; A. Frost e S. T. Jeffers (2018) New and Unique Aspects of University Campus Transportation Data to Improve Planning Methods. *Transportation Research Record*, v. 2672, n. 8, p. 742-753. <https://doi.org/10.1177/0361198118781659>.
- Chung, B.; M. S. Hasnine e K. N. Habib (2018) How Far to Live and with Whom? The Role of Modal Accessibility on Toronto Student's Choice of Living Arrangements and the Distance they are Willing to Live from University. *Proceedings of the 97<sup>th</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board* (No. 18-03096).
- Costa, M. S. (2008) *Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável*. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests. *Psychometrika*, v. 16, n. 3, p. 297-334.

- Dell'Olio, L.; M. Bordagaray; R. Barreda e A. Ibeas (2014) A Methodology to Promote Sustainable Mobility in College Campuses. *Transportation Research Procedia*, v. 3, p. 838-847. doi: [10.1016/j.trpro.2014.10.061](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.10.061)
- Delmelle, E. M. e E. C. Delmelle (2012) Exploring Spatio-temporal Commuting Patterns in a University Environment. *Transport Policy*, v. 21, p. 1-9. doi: [10.1016/j.tranpol.2011.12.007](https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.12.007)
- Ferreira, D. (2011). *A Cultura da Mobilidade Sustentável no Instituto Politécnico de Leiria*. Dissertação (Mestrado), Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Gavanas, N. e A. Tsakalidis (2017) Forming the Framework for Sustainable Commuting to Higher Education: The Case of the Technological Educational Institution of Thessaly, Greece. *Fresenius Environmental Bulletin*, v. 26, n. 9/2017, p. 5622-5634..
- Gudmundsson, H. (2004) Sustainable Transport and Performance Indicators. *Issues in Environmental Science and Technology*, v. 20, p. 35-63.
- Litman, T. (2016) *Well Measured. Developing Indicators for Sustainable and Livable Transport Planning*. Victoria Transport Policy Institute, Canada.
- Macário, R. e C. F. Marques (2008) Transferability of Sustainable Urban Mobility Measures. *Research in Transportation Economics*, v. 22, n. 1, p. 146-156. doi: [10.1016/j.retrec.2008.05.026](https://doi.org/10.1016/j.retrec.2008.05.026)
- Meireles, T. F. A. (2014) *Mobilidade Sustentável no Acesso a Campi Universitários: Estudo de Caso: Universidade do Minho*. Dissertação (Mestrado), Universidade do Minho, Braga.
- Noether, G. E. (1991) *Introduction to Statistics: the Nonparametric Way*. Springer-Verlag, New York.
- Oliveira, A. M. (2015) *Um Índice para o Planeamento de Mobilidade com Foco em Grandes Polos Geradores de Viagens - Desenvolvimento e Aplicação em um Campus Universitário*. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos.
- 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.
- Rodrigues, D. S.; R. A. R. Ramos e J. F. G. Mendes (2005) Modelo de Avaliação da Qualidade de Vida Aplicado a Campi Universitários. *Anais do PLURIS 2005 - Congresso Luso Brasileiro para o Planeamento Urbano Regional Integrado Sustentável, 1*, São Carlos, SP, Brasil, 2005.
- Shannon, T.; B. Giles-Corti; T. Pikora; M. Bulsara; T. Shilton e F. Bull (2006) Active Commuting in a University Setting: Assessing Commuting Habits and Potential for Modal Change. *Transport Policy*, v. 13, n. 3, p. 240-253. doi: [10.1016/j.tranpol.2005.11.002](https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2005.11.002)
- Sprent, P. e N. C. Smeeton (2007) *Applied Nonparametric Statistical Methods*. (4<sup>th</sup> ed.). Chapman & Hall/CRC, Boca Raton.
- 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*, v. 8, n. 3, p. 89-106. doi: [10.1590/s2238-10312014000300005](https://doi.org/10.1590/s2238-10312014000300005)
- Stein, P. P. e A. N. Rodrigues da Silva (2017) Barriers, Motivators and Strategies for Sustainable Mobility at the USP Campus in São Carlos, Brazil. *Case Studies on Transport Policy*. v. 6, n. 3, p. 329-335. doi: [10.1016/j.cstp.2017.11.007](https://doi.org/10.1016/j.cstp.2017.11.007).
- Tavakol, M. e R. Dennick (2011). Making Sense of Cronbach's Alpha. *International Journal of Medical Education*, v. 2, p. 53-55.
- Tolley, R. (1996) Green Campuses: Cutting the Environmental Cost of Commuting. *Journal of Transport Geography*, v. 4, n. 3, p. 213-217. doi: [10.1016/0966-6923\(96\)00022-1](https://doi.org/10.1016/0966-6923(96)00022-1).
- Vale, D. S.; M. Pereira e C. M. Viana (2018) Different Destination, Different Commuting Pattern? Analyzing the Influence of the Campus Location on Commuting. *Journal of Transport and Land Use*, v. 11, n. 1, p. 1-18. doi: [10.5198/jtlu.2018.1048](https://doi.org/10.5198/jtlu.2018.1048).

---

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

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

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

Pablo Brilhante de Sousa (pablo@ct.ufpb.br)

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba Cidade Universitária, s/N - João Pessoa, PB, Brasil