

# Potencial de transferência de um índice de mobilidade sustentável para *campus* universitário

Francine Marvulle Tan<sup>1</sup>, Antônio Néelson Rodrigues da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, francine.tan@usp.br

<sup>2</sup>Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, anelson@sc.usp.br

## Recebido:

16 de janeiro de 2018

## Aceito para publicação:

23 de janeiro de 2019

## Publicado:

31 de agosto de 2019

## Editor de área:

Helena Beatriz Cybis

## Palavras-chaves:

Indicadores,  
Potencial de transferência,  
*Campus* universitário,  
Mobilidade sustentável.

## Keywords:

Indicators,  
Potential of transferability,  
University campus,  
Sustainable mobility.

DOI:10.14295/transportes.v27i2.1570



## RESUMO

O objetivo do presente trabalho é desenvolver um método para avaliação do potencial de transferência de um índice de mobilidade sustentável para *campus* universitário. O estudo teve início com a aplicação do IMSCamp, índice concebido por Oliveira (2015), a um novo contexto. Em seguida foi analisado o potencial de transferência do referido índice, a partir de sua concepção original, através de critérios desenvolvidos especificamente para este fim. A aplicação ocorreu no *campus* da USP de Piracicaba e resultou no valor de 0,491, o que não reflete boas condições de mobilidade, visto que este valor pode variar de zero (pior caso) a um (melhor caso). A avaliação seguinte também resultou em um valor que indica um baixo potencial de transferência (cerca de 40% do máximo possível) para o índice. Ou seja, a transferência do índice a um novo contexto exigiu que o mesmo fosse cuidadosamente revisto e adaptado para contemplar as novas necessidades.

## ABSTRACT

This study aims to develop a method for assessing the transferability of a sustainable mobility index for university campus. The study began with an application of IMSCamp, an index created by Oliveira (2015), to a new context. The transferability potential of the index was subsequently evaluated by means of rating criteria which have been specially developed for this purpose. The new application of IMSCamp took place in Piracicaba, at the University of São Paulo campus. The application outcome of 0.491, which may vary from 0 (worst case) to 1 (best case), did not indicate good mobility conditions. The following evaluation also indicated a low level of transferability (around 40% of the maximum value) for the index. In other words, the application of the index to a new context required a thorough review and adaptations to meet the new demands.

## 1. INTRODUÇÃO

Índices constituem uma ferramenta amplamente utilizada para fins de planejamento, visto que sua composição em indicadores permite uma análise individual e objetiva, tanto quantitativa como qualitativa, dos fatores considerados (Chakhtoura e Pojani, 2016). No caso do planejamento da mobilidade sustentável, os índices permitem o diagnóstico da mobilidade e a identificação dos elementos com potencial de melhoria, além do monitoramento dos impactos das intervenções realizadas ao longo do tempo.

Polos Geradores de Viagens (PGVs) são locais que requerem planejamento específico da mobilidade por produzirem grande volume de viagens e pelos impactos que causam em sua vizinhança (Balsas, 2003). Para minimizar os possíveis impactos negativos, é preciso que o planejamento seja realizado visando uma mobilidade sustentável (Miralles-Guasch e Domene, 2010). Segundo a Política Nacional de Mobilidade Urbana (Brasil, 2012), um dos preceitos para se atingir condições sustentáveis é a priorização de modos não motorizados em relação a modos motorizados.

*Campi* universitários configuram PGVs 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 abrigarem instituições de ensino e, conseqüentemente, constituírem uma comunidade de futuros 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; 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 práticas de mobilidade (Cherry *et al.*, 2018). Dessa forma, é aconselhável que se invista no planejamento desses PGVs, visto que apresentam um alto potencial de impacto positivo na sociedade (Shannon *et al.*, 2006). Foi para este contexto que Oliveira (2015) elaborou um índice de mobilidade sustentável para *campus* universitário (intitulado IMSCamp) e o aplicou no *campus* da USP de São Carlos.

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. Em virtude disto, deve-se buscar um índice que possa ser transferível e passível de ser reaplicado de forma a atender às necessidades dos diferentes contextos. No caso do índice proposto por Oliveira (2015), no entanto, como ele foi concebido e aplicado em um único *campus*, ainda se desconhece seu potencial de transferência.

A adaptação de índices consolidados foi explorada em estudos de áreas diversas, como saúde, ciências sociais e geografia (Marshall *et al.*, 2003; Smith *et al.*, 2014; Guillard-Gonçalves *et al.*, 2015), porém não com o foco de uma análise quantitativa do potencial de transferência. Na área de transportes, Chakhtoura e Pojani (2016) apontaram não haver consenso sobre um conjunto de indicadores universal para a avaliação da mobilidade em cidades. Contudo, 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 um conjunto de indicadores aplicados com sucesso em uma cidade poderia ser aplicado em uma nova localidade, desde que as cidades apresentassem características semelhantes (geográficas, demográficas, socioeconômicas, culturais, tecnológicas, institucionais e organizacionais). Todavia, salientaram a dificuldade de prever o potencial de transferência de um conjunto de indicadores, recomendando que este potencial seja avaliado posteriormente à adaptação e à aplicação do conjunto de indicadores a um novo caso.

Os estudos acima mencionados tinham como foco, no entanto, índices de mobilidade para cidades. Além disso, não apresentam um método de avaliação quantitativo do potencial de transferência possível de ser replicado para o caso de *campi* universitários, o que reforça a necessidade do desenvolvimento de um método de avaliação para este propósito. Assim, o objetivo do presente trabalho é desenvolver um método para avaliação do potencial de transferência de um índice de mobilidade sustentável. Para atingir este objetivo, o índice de mobilidade sustentável para *campus* universitário desenvolvido por Oliveira (2015) foi inicialmente aplicado a um novo contexto. Em seguida, foi realizada uma comparação com a aplicação original e avaliado o potencial de transferência deste índice através dos critérios desenvolvidos especificamente para este fim.

## 2. MÉTODO

O método foi organizado em dois itens: a aplicação do IMSCamp a um novo *campus* e a análise do potencial de transferência do referido índice, a partir da concepção original proposta por Oliveira (2015).

### 2.1. Uma nova aplicação do IMSCamp

O estudo de caso consistiu em nova aplicação do índice de mobilidade sustentável para *campus* universitário (IMSCamp), originalmente concebido e aplicado por Oliveira (2015) no *campus* da USP de São Carlos. O IMSCamp era composto, para o contexto em que foi desenvolvido, por 20 indicadores, cada um com seu método de cálculo específico. Para que fosse possível analisar se o índice poderia ser empregado em diferentes contextos, sendo, portanto, um índice transferível, foi realizada uma nova aplicação, em outro *campus*.

As etapas realizadas para o cálculo do IMSCamp na nova aplicação são apresentadas na Figura 1 e detalhadas na sequência.

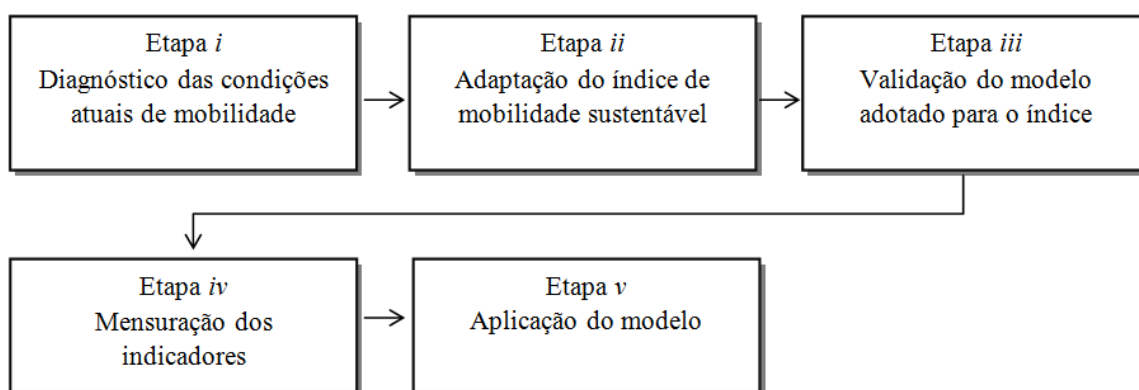


Figura 1: Etapas do IMSCamp (adaptado de Oliveira, 2015)

Na etapa *i* é feita a contextualização do problema, buscando conhecer o *campus* e suas particularidades. Procura-se ainda obter a opinião dos usuários do *campus* acerca de suas necessidades de deslocamento, para compor um diagnóstico das condições atuais de mobilidade.

A etapa *ii* consiste em adaptar o índice original para a realidade do novo *campus*. Esta adaptação consiste essencialmente em: identificar indicadores pouco relevantes para o caso e que deveriam, portanto, ser suprimidos; elaborar indicadores para o caso de existirem aspectos necessários para o *campus* que não eram contemplados no índice original; realizar adaptações e alterações nos indicadores em relação ao método de cálculo no caso de dificuldade ou impossibilidade de obtenção de dados, potencial de melhoria nos indicadores originais, demanda dos usuários e gestores, etc.

Em seguida, a validação do modelo adotado para o índice (etapa *iii* da Figura 1) é feita através da atribuição de pesos a cada um dos indicadores selecionados, segundo diferentes critérios. Dois destes critérios refletem a percepção de usuários e gestores, enquanto que um terceiro critério se baseia na Teoria dos Pontos de Alavancagem, segundo a qual os indicadores relativos à conscientização dos usuários devem apresentar maior peso do que indicadores de gestão e serviços e de infraestrutura, por pressuporem um maior potencial de mudança de comportamento e, conseqüentemente, maior impacto positivo sobre a mobilidade sustentável (Oliveira,

2015; Meadows, 1999). Devem ainda ser identificados os modos de transporte contemplados por cada um dos indicadores, possibilitando uma análise dos pesos relacionados a cada modo e sua adequação à Política Nacional de Mobilidade Urbana (Brasil, 2012).

Na etapa *iv*, coletam-se os dados necessários para o cálculo dos indicadores. Além dos dados obtidos por meio do questionário (aplicado aos usuários do *campus* na etapa *i*), é necessário realizar levantamentos de campo, contagens e entrevistas.

De posse dos dados necessários, é possível calcular a pontuação (escore) de cada indicador, a qual reflete a condição dos aspectos abordados, na etapa *v*. Multiplicando o escore de cada indicador pelo seu respectivo peso, calcula-se a contribuição de cada um deles, que, somadas, compõem o valor final do índice de mobilidade para o *campus* em estudo.

## **2.2. Potencial de transferência**

O método para avaliação do potencial de transferência foi desenvolvido a partir de três critérios: número de indicadores mantidos, número de indicadores adicionados e número de indicadores alterados. Estes critérios serão detalhados na sequência.

### **2.2.1. Número de indicadores mantidos**

Este critério avalia o número de indicadores comuns ao índice original e ao índice adaptado. Entende-se que o caso ideal seria aquele em que todos os indicadores fossem comuns aos dois índices (100%), o que faria com que o índice possuísse um alto potencial de transferência. Assim, o valor de 100% corresponde à pontuação máxima de referência (um). Pelo contrário, índices com poucos indicadores comuns têm baixo potencial de transferência. Foi atribuído o valor de 50% como limite inferior de referência, pois se julgou que um índice que mantém apenas metade de seus indicadores para uma nova aplicação já está descaracterizado. Assim, valores iguais ou menores que 50% correspondem à pontuação mínima (zero).

### **2.2.2. Número de indicadores adicionados**

Trata-se do número de indicadores que foram adicionados ao índice original para adequá-lo ao novo contexto. Um índice com alto potencial de transferência deve necessitar de poucas alterações em sua estrutura, pois já contempla as necessidades de ambientes diversos. Dessa forma, em um caso ideal, não seria necessário adicionar novos indicadores neste processo de adequação. Adotou-se 0% para a situação ótima (um) e 50% para a situação péssima (zero). O valor de 50% foi atribuído por se considerar que a adição dessa parcela de indicadores seria excessiva e representaria uma necessidade de adaptação significativa, sendo o índice, assim, pouco transferível.

### **2.2.3. Número de indicadores alterados**

Este critério se refere às alterações no método de cálculo dos indicadores. Estas alterações podem ser simples ou mais complexas. As alterações designadas como moderadas são aquelas em que um ou mais aspectos do indicador são modificados por serem irrelevantes ou necessitarem de dados de difícil obtenção. Já as alterações extremas são aquelas em que o indicador é completamente reformulado.

Para este critério, optou-se por atribuir pesos diferentes às alterações moderadas e às extremas, já que uma alteração extrema reflete um indicador que não é adequado para um novo contexto; sendo assim, o índice apresenta condições que o tornam pouco transferível. No caso, foi

adotado peso 2 para alterações moderadas e peso 5 para alterações extremas. Em seguida, identificou-se a porcentagem de indicadores que se encontravam nas respectivas situações e então se calculou a contribuição dos indicadores com alterações moderadas e alterações extremas, multiplicando-se os pesos pelas porcentagens. Por fim, foi calculada a média ponderada deste critério.

Para o critério de indicadores alterados, a situação ótima é atingida quando a média ponderada resulta em zero. É o caso de quando nenhuma alteração é necessária para adequar os indicadores do índice original. Em contrapartida, quanto maior a média ponderada resultante, maior o número de alterações exigidas para ajustar o índice. Nesse sentido, foi necessário arbitrar o valor a ser utilizado na escala de referência correspondente à situação péssima. Quanto maior for este valor, conseqüentemente, maior será a tolerância com as alterações. Um valor baixo nessa escala resulta na atribuição de pontuação próxima de zero para muitos casos. Assim, uma análise de sensibilidade foi realizada para avaliar as situações consideradas toleráveis e qual o limite razoável para a avaliação.

A Tabela 1 mostra a média ponderada calculada em 4 situações: no caso de todos os indicadores sofrerem alterações moderadas; no caso de todos os indicadores sofrerem alterações extremas; idem para os casos de apenas 50% dos indicadores sofrerem tais alterações. Esta avaliação também é subjetiva e cabe aos planejadores determinar o que consideram tolerável no caso estudado. Neste caso, os autores adotaram o valor de 0,200 como valor correspondente à situação péssima na escala de referência. Dessa forma, nessa simulação, os três primeiros casos mostrados na Tabela 1 receberiam pontuação zero. Já o último caso receberia pontuação 0,285 (nota que pode variar de zero a um), retratando uma condição já bastante desfavorável.

**Tabela 1:** Cálculos para análise de sensibilidade do critério “Número de indicadores alterados”

|                                   | 50% dos indicadores com alterações moderadas |             |              | 100% dos indicadores com alterações moderadas |              | 50% dos indicadores com alterações extremas |              | 100% dos indicadores com alterações extremas |              |
|-----------------------------------|--|-------------|--------------|---|--------------|---|--------------|--|--------------|
|                                   | Peso   | % indicador | Contribuição | % indicador                                   | Contribuição | % indicador                                 | Contribuição | % indicador                                  | Contribuição |
| Alterações moderadas              | 2  | 0,5         | 1            | 1   | 2            | 0   | 0            | 0  | 0            |
| Alterações extremas               | 5  | 0           | 0            | 0   | 0            | 0,5   | 2,5          | 1  | 5            |
| Média ponderada (valor ideal = 0) |  |             | 0,143        |   | 0,286        |   | 0,357        |  | 0,714        |

Fonte: Tan, 2018.

#### 2.2.4. Avaliação do potencial de transferência

Os três critérios acima mencionados (Número de indicadores mantidos, Número de indicadores adicionados e Número de indicadores alterados) são avaliados separadamente e podem apresentar pesos diferentes para compor o valor final do potencial de transferência. No caso, optou-se por adotar os pesos 0,250, 0,250 e 0,500, respectivamente, pela percepção dos autores de que indicadores com muitas alterações prejudicam a padronização e a possibilidade de fácil aplicação de um índice em diferentes contextos.

### 3. RESULTADOS

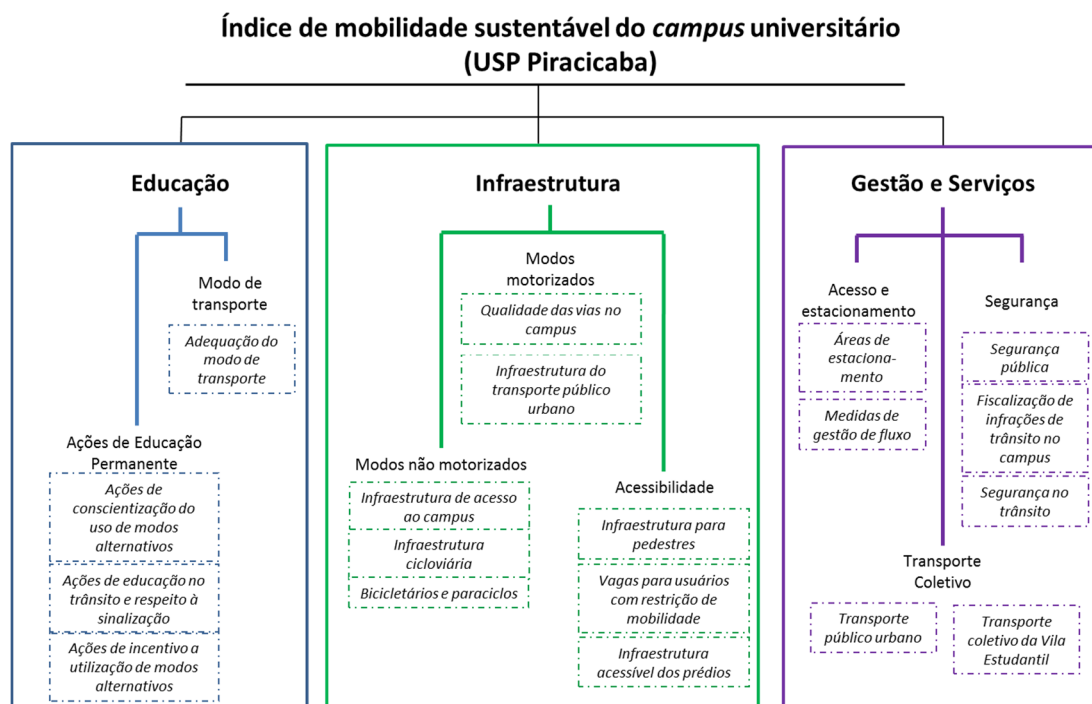
Serão inicialmente apresentados os resultados referentes à aplicação do índice de mobilidade sustentável de Oliveira (2015) no *campus* da USP de Piracicaba. Em seguida, serão discutidos os resultados da aplicação do método de avaliação do potencial de transferência.

### 3.1. Aplicação do IMSCamp em Piracicaba

A nova aplicação do IMSCamp, objeto deste estudo, ocorreu no *campus* da USP de Piracicaba. Na etapa *i* foi realizada uma contextualização do problema por meio de reuniões com os gestores do referido *campus*. Adicionalmente, obteve-se a manifestação dos usuários através de um questionário *online*, adaptado de Oliveira (2015), o que possibilitou um diagnóstico das condições atuais de mobilidade.

A etapa *ii* do método (adaptação do índice de mobilidade sustentável, conforme a Figura 1), feita a partir das contribuições do questionário *online* e de consultas à Comissão de Mobilidade, resultou em um índice com 19 indicadores, organizados em 9 temas e 3 domínios, como mostra a Figura 2.

As etapas *iii*, *iv* e *v* (Validação do modelo adotado para o índice, Mensuração dos indicadores e Aplicação do modelo) geraram os resultados mostrados na Tabela 2. Os pesos para a validação do modelo foram adotados de acordo com os seguintes critérios: a frequência com que o aspecto avaliado pelo indicador foi mencionado pelos usuários no questionário; consultas à Comissão de Mobilidade; e a Teoria dos Pontos de Alavancagem (Oliveira, 2015; Meadows, 1999). Na sequência, foram identificados os modos de transporte contemplados por cada um dos indicadores. A Política Nacional de Mobilidade Urbana (Brasil, 2012) recomenda que modos não motorizados sejam priorizados no processo de planejamento; os indicadores que contemplam estes modos devem, portanto, apresentar pesos maiores que os demais. Esta análise foi realizada e foram feitos alguns ajustes para atender a essa premissa.



**Figura 2:** Modelo hierárquico, composto por 3 Domínios (Educação, Infraestrutura e Gestão e Serviços), 8 Temas (primeira subdivisão interna dos Domínios) e 19 Indicadores (retângulos tracejados), adotado no Índice de Mobilidade Sustentável para o *campus* da USP em Piracicaba

Em síntese, os pesos (2ª coluna da Tabela 2) refletem a importância atribuída a cada indicador (1ª coluna) e, somados, resultam no valor um. Já os escores (3ª coluna) são independentes

de indicador para indicador e podem variar de zero a um (sendo zero o pior caso e um o melhor caso). Multiplicando o peso pelo escore, obtém-se a contribuição de cada indicador (4ª coluna) para o valor global do índice, que aparece como uma soma no final da tabela.

**Tabela 2:** Pesos, escores e contribuição dos indicadores que compõem o Índice de Mobilidade Sustentável adaptado para o *campus* da USP de Piracicaba (IMSCamp).

| Indicadores  | Peso  | Escore | Contribuição para o valor global do índice |
|--|-------|--------|--|
| 1.1.1 Ações de conscientização do uso de modos alternativos  | 0,049 | 0,474  | 0,023                                      |
| 1.1.2 Ações de educação no trânsito e respeito à sinalização | 0,111 | 0,417  | 0,046                                      |
| 1.1.3 Ações de incentivo à utilização de modos alternativos  | 0,132 | 0,083  | 0,011                                      |
| 1.2.1 Adequação do modo de transporte                        | 0,046 | 0,784  | 0,036                                      |
| 2.1.1 Infraestrutura de acesso ao <i>campus</i>              | 0,025 | 0,606  | 0,015                                      |
| 2.1.2 Infraestrutura cicloviária                             | 0,164 | 0,537  | 0,088                                      |
| 2.1.3 Bicicletários e paraciclos                             | 0,018 | 0,548  | 0,010                                      |
| 2.2.1 Qualidade das vias no <i>campus</i>                    | 0,017 | 0,636  | 0,011                                      |
| 2.2.2 Infraestrutura do transporte público urbano            | 0,016 | 0,330  | 0,005                                      |
| 2.3.1 Infraestrutura para pedestres                          | 0,044 | 0,623  | 0,027                                      |
| 2.3.2 Vagas para usuários com restrição de mobilidade        | 0,021 | 0,524  | 0,011                                      |
| 2.3.3 Infraestrutura acessível dos prédios                   | 0,026 | 0,400  | 0,011                                      |
| 3.1.1 Áreas de estacionamento                                | 0,041 | 0,643  | 0,027                                      |
| 3.1.2 Medidas de gestão de fluxo                             | 0,032 | 0,706  | 0,022                                      |
| 3.2.1 Transporte público urbano                              | 0,061 | 0,326  | 0,020                                      |
| 3.2.2 Transporte coletivo da Vila Estudantil                 | 0,032 | 0,708  | 0,022                                      |
| 3.3.1 Segurança pública                                      | 0,036 | 0,631  | 0,023                                      |
| 3.3.2 Fiscalização de infrações de trânsito no <i>campus</i> | 0,042 | 0,294  | 0,012                                      |
| 3.3.3 Segurança no trânsito                                  | 0,086 | 0,811  | 0,070                                      |
| VALOR DO ÍNDICE  |       |        | 0,491                                      |

O valor do índice de mobilidade sustentável para o *campus* da USP de Piracicaba foi 0,491, o que não reflete boas condições de mobilidade, visto que este valor pode variar de zero (pior caso) a um (melhor caso).

### 3.2. Aplicação do método de avaliação do potencial de transferência no caso São Carlos - Piracicaba

Comparando-se os indicadores presentes no índice original (São Carlos) e no índice adaptado (Piracicaba), foi elaborada a Tabela 3.

De posse do quadro comparativo (Tabela 3), a avaliação do potencial de transferência foi iniciada calculando-se os três critérios mencionados no item 2.2: número de indicadores mantidos, número de indicadores adicionados e número de indicadores alterados. A Tabela 4 apresenta um resumo com os valores considerados para cada critério. As porcentagens foram calculadas considerando-se os 20 indicadores originais (São Carlos) como 100%. Os escores dos critérios “número de indicadores comuns” e “número de indicadores adicionados” foram calculados através da interpolação linear das porcentagens de acordo com a escala de referência descrita nos itens 2.2.1 e 2.2.2. Os cálculos são apresentados na Tabela 5. O critério “número de indicadores alterados” exigiu, anteriormente à interpolação linear, o cálculo da média ponderada de acordo com o grau de alteração dos indicadores (alterações moderadas e extremas). Este processo foi organizado conforme o item 2.2.3 (Tabela 6)

**Tabela 3:** Indicadores presentes no índice de mobilidade do *campus* da USP de São Carlos e no índice de mobilidade do *campus* da USP de Piracicaba.

| Temas                            | Indicadores  | Campus de São Carlos | Campus de Piracicaba |
|----------------------------------|--|----------------------|----------------------|
| <b>DOMÍNIO CONSCIENTIZAÇÃO</b>   |  |                      |                      |
| Campanhas educativas e programas | Ações de conscientização do uso de modos alternativos      | x                    | x                    |
|                                  | Ações de educação no trânsito                              | x                    | x                    |
|                                  | Ações de incentivo à utilização de modos alternativos      | x                    | x                    |
| Modo de transporte               | Adequação do modo de transporte                            | x                    | x                    |
| <b>DOMÍNIO INFRAESTRUTURA</b>    |  |                      |                      |
| Acessibilidade                   | Qualidade das calçadas dentro e de acesso ao <i>campus</i> | x                    |                      |
|                                  | Infraestrutura para pedestres                              |                      | x                    |
|                                  | Vagas para usuários com restrição de mobilidade            | x                    | x                    |
|                                  | Acessibilidade dos prédios                                 | x                    | x                    |
| Modos não motorizados            | Infraestrutura de acesso ao <i>campus</i>                  | x                    | x                    |
|                                  | Infraestrutura cicloviária                                 | x                    | x                    |
|                                  | Bicicletários e paraciclos                                 | x                    | x                    |
| Modos motorizados                | Instalações de apoio a modos alternativos                  | x                    |                      |
|                                  | Infraestrutura do estacionamento                           | x                    |                      |
|                                  | Qualidade das vias no <i>campus</i>                        | x                    | x                    |
|                                  | Infraestrutura do transporte público urbano                | x                    | x                    |
| <b>DOMÍNIO GESTÃO E SERVIÇOS</b> |  |                      |                      |
| Segurança                        | Segurança pública  | x                    | x                    |
|                                  | Fiscalização de infrações de trânsito no <i>campus</i>     | x                    | x                    |
|                                  | Segurança no trânsito                                      |                      | x                    |
| Vias e estacionamentos           | Medidas de gestão das áreas de estacionamento              | x                    | x                    |
|                                  | Medidas de gestão de fluxo                                 | x                    | x                    |
|                                  | Transporte público urbano                                  | x                    | x                    |
| Transporte coletivo              | Transporte coletivo da Vila Estudantil                     |                      | x                    |
|                                  | Transporte coletivo interno/ entre áreas do <i>campus</i>  | x                    |                      |

**Tabela 4:** Dados para cálculo dos escores de cada critério, com porcentagens calculadas considerando-se os 20 indicadores originais (São Carlos) como 100%

|                                       | Número de indicadores | %   |
|---------------------------------------|-----------------------|-----|
| Indicadores comuns                    | 16                    | 80% |
| Sem alterações                        | 7                     | 35% |
| Com alterações                        | 9                     | 45% |
| Alterações moderadas                  | 7                     | 35% |
| Alterações extremas                   | 2                     | 10% |
| Indicadores adicionados em Piracicaba | 3                     | 15% |

**Tabela 5:** Cálculo dos critérios "Indicadores comuns" e "Indicadores adicionados"

|                         | Número de indicadores | %   | Escala de referência |           | Escore |
|-------------------------|-----------------------|-----|----------------------|-----------|--------|
|                         |                       |     | 0 (péssimo)          | 1 (ótimo) |        |
| Indicadores comuns      | 16                    | 80% | 50%                  | 100%      | 0,600  |
| Indicadores adicionados | 3                     | 15% | 50%                  | 0%        | 0,700  |

**Tabela 6:** Cálculo do critério "Número de indicadores alterados"

| Grau de alteração    | Peso | %   | Contribuição | Escala de referência |           | Escore |
|----------------------|------|-----|--------------|----------------------|-----------|--------|
|                      |      |     |              | 0 (péssimo)          | 1 (ótimo) |        |
| Sem alterações       | 0    | 35% | 0,000        |                      |           |        |
| Alterações moderadas | 2    | 35% | 0,700        |                      |           |        |
| Alterações extremas  | 5    | 10% | 0,500        | 0,2                  | 0,0       | 0,143  |
| Média ponderada      |      |     | 0,171        |                      |           |        |

De posse dos escores de cada um dos três critérios, o valor final do potencial de transferência do índice foi calculado conforme mostra a Tabela 7. O resultado da avaliação revela que este



índice tem um baixo potencial de transferência, visto que o valor é próximo de zero, que representa o pior caso. Ou seja, para ser aplicado em um novo contexto, foi necessário que o índice de mobilidade sustentável para *campus* universitário de Oliveira (2015) fosse revisto e adaptado para contemplar as novas necessidades.

**Tabela 7:** Avaliação final do potencial de transferência, que varia entre 0 (pior avaliação) e 1 (melhor avaliação)

| <b>Critério</b>            | <b>Peso</b> | <b>Escore</b> |
|----------------------------|-------------|---------------|
| Indicadores comuns         | 0,25        | 0,600         |
| Indicadores adicionados    | 0,25        | 0,700         |
| Indicadores alterados      | 0,50        | 0,143         |
| Potencial de transferência |             | 0,396         |

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação à aplicação do IMSCamp, não houve dificuldades em reproduzir o método concebido por Oliveira (2015) em um novo *campus* universitário. O processo, composto pelo ajuste dos indicadores, medições dos mesmos e avaliação final do índice através de um escore global, permite uma avaliação quantitativa e também a análise dos indicadores mais críticos e, consequentemente, a identificação de possíveis pontos de melhoria. Nesse sentido, o IMSCamp se mostrou adequado como ferramenta de planejamento, sendo possível de ser aplicado, por exemplo, ao longo do tempo para acompanhamento do desempenho e da eficácia das ações empregadas. As adaptações necessárias para que o índice se adequasse ao novo caso foram analisadas, neste estudo, pela avaliação do potencial de transferência.

O índice de mobilidade sustentável para o *campus* da USP de Piracicaba resultou no valor de 0,491, sendo próximo do valor intermediário da escala de avaliação (que varia de zero a um). Quando comparado ao índice do *campus* da USP de São Carlos (0,459), deduz-se que os dois *campi* apresentam condições similares em relação à mobilidade sustentável, apresentando uma diferença de 7% na avaliação (considerando o resultado da aplicação original na USP de São Carlos como 100%). Contudo, como os índices aplicados não são idênticos (tanto em relação aos indicadores empregados quanto aos pesos atribuídos), não é possível realizar esta comparação direta. Uma comparação mais apropriada talvez fosse a do conjunto dos 7 indicadores mantidos sem alterações nos dois índices (como mostrado na Tabela 4). Ao analisar somente as contribuições de tais indicadores, com pesos igualmente distribuídos, o *campus* da USP de São Carlos apresentou uma avaliação final de 0,523, enquanto para a USP de Piracicaba o valor foi de 0,553 (diferença de 7%).

Já a comparação da aplicação dos 16 indicadores comuns (tanto aqueles sem alterações quanto os alterados), com pesos iguais, reforçou o indício de condições próximas: no *campus* da USP de São Carlos, o conjunto de indicadores resultou no valor 0,463, enquanto em Piracicaba o valor foi de 0,496 (diferença de 6%). As diferenças observadas em cada uma dessas três análises têm a mesma ordem de grandeza, indicando uma relação de condições de mobilidade ligeiramente mais satisfatórias no *campus* de Piracicaba do que em São Carlos. Apesar da aparente confirmação, sugere-se que seja empregado um índice completo padronizado para comparações fundamentadas neste sentido.

Quanto ao método proposto para avaliação do potencial de transferência de um índice, cabem algumas ressalvas. Os valores de referência dos três critérios, assim como os pesos para indicadores de alterações moderadas e extremas, foram atribuídos de acordo com a percepção

dos autores. Para um refinamento do método, sugere-se que estes parâmetros sejam explorados, podendo ser, por exemplo, estipulados por especialistas, através de painéis e do método de comparação par a par (Saaty, 1980).

A organização em três critérios (número de indicadores mantidos, número de indicadores adicionados e número de indicadores alterados) permite que os resultados dos mesmos sejam analisados separadamente. No primeiro critério, 80% dos indicadores originais (IMSCamp da USP de São Carlos) foram mantidos, o que resultou em um escore de 0,600. Os demais 20% dos indicadores foram excluídos pela dificuldade de obtenção de dados ou por não corresponderem às necessidades do novo caso, entre outros. Já o critério de indicadores adicionados reflete a escassez de indicadores que sejam relevantes para o novo contexto. Neste caso, foi necessário um acréscimo de 15% no número de indicadores, resultando em um escore de 0,700. O último critério foi o mais crítico, já que recebeu um escore de 0,143, próximo do valor mínimo (zero). Isso indica que muitos dos indicadores que foram mantidos, ainda assim precisaram ser ajustados para o novo contexto. Isso ocorreu por diversos motivos, como ausência ou dificuldade de obtenção de dados, disponibilidade de dados mais relevantes e que poderiam ser incluídos no método de cálculo, escolha da Comissão de Mobilidade, novas considerações pertinentes, demanda dos usuários, etc.

O baixo resultado da avaliação do potencial de transferência entre os índices (0,396) aponta que são necessárias mudanças expressivas para que se obtenha um índice global, facilmente aplicável em diversos contextos. A adaptação foi feita a partir da aplicação do índice em dois *campi* de uma mesma universidade (que, conseqüentemente, apresentam uma mesma estrutura de gestão), de portes semelhantes, em cidades próximas e com características parecidas. Logo, esperava-se que as necessidades dos dois campi fossem similares e, conseqüentemente, que resultariam índices muito semelhantes. Dessa forma, imagina-se que uma aplicação em um *campus* distinto resultaria em um potencial de transferência ainda mais baixo. Em síntese, os resultados encontrados sugerem que o IMSCamp ainda pode ser objeto de melhorias, no sentido de torna-lo mais “universal”.

#### AGRADECIMENTOS

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

#### REFERÊNCIAS

- Balsas, C. J. (2003) Sustainable transportation planning on college campuses. *Transport Policy*, v. 10, n. 1, p. 35–49. [https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(02\)00028-8](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(02)00028-8)
- Brasil (2012) *Lei nº 12.587. Política Nacional de Mobilidade Urbana. Diário Oficial da União, Brasília, DF.* Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2012/lei-12587-3-janeiro-2012-612248-norma-actualizada-pl.pdf>
- 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, 15–28. <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. *97th Annual Meeting of Transportation Research Board, TRB, Washington D.C.* <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. *97th Annual Meeting of Transportation Research Board, TRB, Washington D.C.* Disponível em: <https://trid.trb.org/view/1495603>
- Guillard-Gonçalves, C.; S. L. Cutter; C. T. Emrich e J. L. Zêzere (2015) Application of Social Vulnerability Index (SoVI) and delimitation of natural risk zones in Greater Lisbon, Portugal. *Journal of Risk Research*, v. 18, n. 5, p. 651–674. <https://doi.org/10.1080/13669877.2014.910689>
- Macário, R. e C. F. Marques (2008) Transferability of sustainable urban mobility measures. *Research in Transportation Economics*, v. 22, n. 1, p. 146–156. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2008.05.026>
- Marshall, M. N.; P. G. Shekelle; E. A. McGlynn; S. Campbell; R. H. Brook e M. O. Roland (2003) Can health care quality indicators be transferred between countries? *Quality and Safety in Health Care*, v. 12, n. 1, p. 8–12. <https://doi.org/10.1136/qhc.12.1.8>

- Meadows, D. (1999) *Leverage points: Places to intervene in a system*. The Sustainability Institute, 3, 19p. Disponível em: <http://www.donellameadows.org/archives/leverage-points-places-to-intervene-in-a-system/>
- Meireles, T. F. A. (2014) *Mobilidade Sustentável no acesso a Campi Universitários - Estudo de caso: Universidade do Minho*. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade do Minho, Portugal. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/36423>
- Miralles-Guasch, C. e E. Domene, E. (2010) Sustainable transport challenges in a suburban university: The case of the Autonomous University of Barcelona. *Transport Policy*, v. 17, n. 6, p. 454–463. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.04.012>
- 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), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes. Universidade de São Paulo, São Carlos. <https://doi.org/10.11606/D.18.2016.tde-23022016-143827>
- Parra, M. C. (2006) *Gerenciamento da Mobilidade dentro de um Campus Universitário: Problemas e Possíveis Soluções no Caso UFRJ*. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/es/produccion/universidades-com-pgvs/964-gerenciamento-da-mobilidade-em-campi-universitarios-problemas-dificuldades-e-possiveis-solucoes-no-caso-ilha-do-fundao-ufrj/file>
- 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: Actas do Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano Regional Integrado Sustentável*, v.1, São Carlos, SP, Brasil, 2005, Braga. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/4498>
- Saaty, T. L. (1980) *The Analytic Hierarchy Process: planning, priority setting, resource allocation*. McGraw-Hill International Book Co, New York.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2005.11.002>
- Smith, L. M.; C. M. Wade; J. L. Case; L. C. Harwell; K. R. Straub e J. K. Summers (2014) Evaluating the transferability of a U.S. Human Well-Being Index (HWBI) framework to Native American populations. *Social Indicators Research*, v. 124, n. 1, p. 157–182. <https://doi.org/10.1007/s11205-014-0775-7>
- Stein, P. P. e A. N. R. 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. <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. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2017.11.007>
- Tan, F. M. (2018) Potencial de Transferência de um Índice de Mobilidade Sustentável para Campus Universitário. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Carlos. DOI: 10.11606/D.18.2018.tde-30072018-114727
- Tolley, R. (1996) Green campuses: cutting the environmental cost of commuting. *Journal of Transport Geography*, v. 4, n. 3, p. 213–217. [https://doi.org/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. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2018.1048>