

## DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL PARA *CAMPUS* UNIVERSITÁRIO (IMSCAMP) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

**Camila Cardoso Silva**  
**Rebecca Cacciacarro Ambrósio Glauser**  
**Josiane Palma Lima**  
Universidade Federal de Itajubá

### RESUMO

O trabalho tem por objetivo analisar a mobilidade no *campus* da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), em Itajubá-MG. A metodologia utiliza o Índice de Mobilidade Sustentável para *Campus* Universitário - IMSCamp, elaborado por Oliveira (2015). O índice foi construído a partir da abordagem multicritério. O valor global do índice para a UNIFEI de 0,505 (em uma escala de 0-1) mostra que a mobilidade no *campus* não apresenta características sustentáveis. O estudo permitiu confirmar a aplicabilidade do IMSCamp para outra realidade (um *campus* menor e com características específicas). Foi necessário realizar algumas adaptações, mas não trouxe prejuízo para a aplicação do método, que se mostrou uma ferramenta importante de diagnóstico e planejamento. Verifica-se que para alcançar a sustentabilidade da mobilidade é necessário o envolvimento da administração do *campus*, além de outras entidades como a Prefeitura Municipal, Polícia Militar, e companhia de transporte público urbano na cidade em que se insere o *campus* analisado.

### ABSTRACT

The objective of this work is to analyze the mobility at the Federal University of Itajubá (UNIFEI), Itajubá-MG. The methodology uses a Sustainable Mobility Index for Universities - IMSCamp, made by Oliveira (2015), with multicriteria approach. The index value of 0.505 (on a scale of 0-1) shows that mobility at UNIFEI does not have sustainable characteristics. The study confirmed the applicability of IMSCamp to another reality (a smaller university with specific characteristics). We need to make some adjustments without impairing the application of the method, which proved to be an important diagnostic and planning tool. We verified that sustainability of mobility requires the involvement of the university and municipality administration as well as the public transport company in the region where the campus is located.

### 1 INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas o aumento do uso do transporte motorizado sem o planejamento acarretou em alguns problemas que impactam atualmente a qualidade de vida da população que vive nas cidades. Pode-se citar os grandes congestionamentos, falta de espaço físico (estacionamentos), poluições sonora e do ar. A partir da identificação dessas complicações, a mobilidade no país passou a ser pauta de estudo para que esses e outros problemas sejam solucionados (Neirotti *et al.*, 2014; Alves, 2014; Faria e Lima, 2016; Abenoza *et al.*, 2017, Lima e Machado, 2019).

Para mapear os principais problemas a serem solucionados na mobilidade urbana de forma sustentável, os Polos Geradores de Viagens e o seu entorno são bons locais de estudo, por se tratarem de pontos críticos. Os Polos Geradores de Viagens (PGV), tem capacidade de gerar grande atratividade sobre a população, produzir alto número de viagens, necessitar de grandes espaços para estacionamentos, carga e descarga de bens e desembarque de indivíduos. São locais que promovem potenciais impactos na estrutura urbana e no transporte de pessoas, bens e serviços (Moraes, 2008; Portugal e Goldner, 2003), podendo, também, gerar efeitos positivos em uma região ou cidade, como o desenvolvimento e valorização (Santos e Freitas, 2014). São exemplos de PGV os hipermercados, terminais de carga, shoppings centers e hospitais. Os *campi* universitários se tratam de outro exemplo, na medida que atraem um grande número de pessoas diariamente, seja para estudo ou para trabalho.

Vários índices para avaliação de aspectos da mobilidade são propostos na literatura atual (Costa, 2008; Frei, 2009; Travisi *et al.*, 2010; Arantes *et al.*, 2015; Lima *et al.*, 2019). Índices de mobilidade caracterizam um estudo minucioso às condições da mobilidade do local em que esses são aplicados devido ao fato de em sua metodologia de cálculo serem compostos por vários indicadores (Oliveira e Rodrigues da Silva, 2016). Cada indicador analisa um ponto importante referente ao estudo. Assim, o resultado desse índice pode direcionar as intervenções e metas que devem ser tomadas a fim de dar manutenção em pontos analisados como positivos e trazer melhorias naqueles negativos, de modo a dar boa condição ao sistema de mobilidade sustentável do local analisado. É nesse contexto que o estudo de caso na UNIFEI a partir da aplicação do IMSCamp contribui para a comunidade.

Portanto, o objetivo geral do trabalho consiste em explicitar a aplicação de um índice de mobilidade sustentável para *campus* universitário, o IMSCamp, no *campus* da UNIFEI – Itajubá (MG). São tratados os métodos de coleta de dados e cálculo para cada indicador utilizado, os resultados individuais obtidos para esses indicadores e suas contribuições para o resultado final de acordo com a metodologia proposta por Oliveira (2015). O resultado do estudo mostra que não há boas condições no sistema de mobilidade sustentável no *campus* Unifei e os resultados isolados para cada indicador apontam os setores em que se deve investir a fim de obter melhorias.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A concentração de atividades em determinado local causa o deslocamento de indivíduos, o que pode modificar desde o sistema viário até a distribuição espacial de uma região. Isto porque a oferta de trabalho, bens e serviços tem potencial de geração de viagens (Kneib, 2012; Senna, 2014). Os PGVs são capazes não só de alterarem seu entorno imediato, mas de estenderem seus efeitos aos padrões socioeconômicos e de qualidade de vida da região em que estão inseridos. Nesse contexto estão os *campi* universitários. Por atraírem grande número de viagens diariamente podem impactar a região no qual estão inseridos. Por outro lado, as Instituições de Ensino Superior (IES), são importantes locais na formação e educação não só acadêmica como social de indivíduos, tornando-se ambientes favoráveis à implantação de medidas de gerenciamento da mobilidade devido à grande interação de pedestres e motoristas dentro e fora dos *campi* (Parra, 2006). E, por seu grande número de interação pode servir de modelo ou caso de estudos para serem aplicadas em outras regiões da cidade.

Segundo Oliveira e Rodrigues da Silva (2016), pode-se afirmar que os *campi* se tornam bons laboratórios quanto ao estudo da mobilidade sustentável devido às semelhanças entre os *campi* e os centros urbanos. Por isso, esse tipo de estudo nesses locais pode propor o uso de transportes alternativos, redução dos custos da infraestrutura e minimização dos impactos gerados no entorno. Apesar de vários estudos abordarem os problemas observados nos *campi* universitários (Balsas, 2003; Stein, 2013; Alves *et al.*, 2015), ainda há uma carência no que tange ao planejamento, pois muitas universidades ainda não possuem planos efetivos para gestão da mobilidade.

Diante da necessidade da promoção de condições sustentáveis de mobilidade, para minimizar os efeitos negativos relacionados aos deslocamentos nos sistemas de transportes dos Polo Geradores de Viagens (PGV), Oliveira (2015) elaborou o Índice de Mobilidade Sustentável para *Campus* universitário - IMSCamp. O IMSCamp (2015), se baseia na metodologia de análise multicritério. Trata-se de um método no qual pode-se considerar ao mesmo tempo

diversos critérios para estudar uma situação complexa. De acordo com Campolina et al. (2017), a avaliação multicritério pode ser definida como um conjunto de métodos de apoio à uma tomada de decisão na qual mais de um critério é considerado. Assim, esses índices dão suporte, a partir das várias questões que envolvem sua elaboração, para que problemas no sistema de mobilidade sustentável sejam identificados. E a partir dessa identificação, soluções possam ser planejadas. O índice pode fornecer auxílio para a formulação de políticas públicas mais eficientes e relacionadas a sustentabilidade, além de identificar locais que precisem de interferência devido a limitações econômicas e financeiras.

### 3 METODOLOGIA

O trabalho utiliza o modelo de avaliação desenvolvido por Oliveira (2015). Trata-se do Índice de Mobilidade Sustentável para *Campus* universitário (IMSCamp). Dessa forma, todas as etapas foram realizadas com referência na proposta do Índice, que foi inicialmente aplicada pela autora no *campus* da USP, em São Carlos-SP.

O modelo para geração do índice tem como base uma estrutura hierárquica de decisão, apresentada na Figura 1, na qual apresenta um conjunto de indicadores, temas e domínios.

Com o intuito de gerar o índice e avaliar a mobilidade no *campus*, esse trabalho foi realizado em cinco etapas principais: i) cálculo do tamanho da amostra; ii) verificação da qualidade e disponibilidade dos dados; iii) readequação do modelo com base nos dados disponíveis; iv) coleta de dados e cálculo dos *scores*; vi) agrupamento e cálculo do índice.

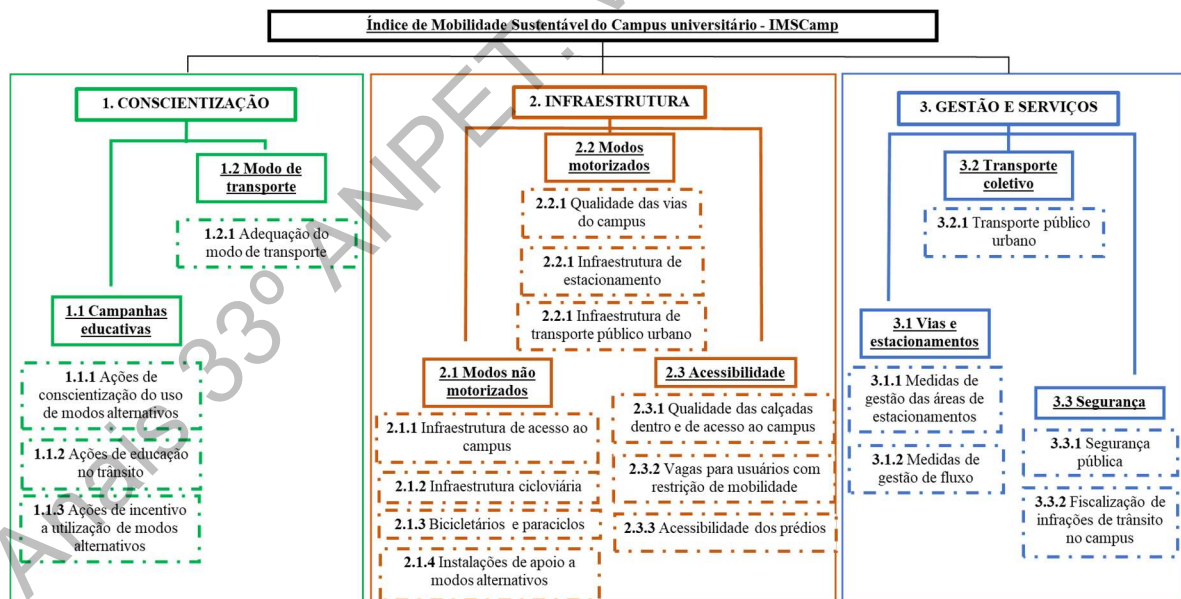


Figura 1: Estrutura hierárquica do IMSCamp para o *campus* estudado

### 4. MOBILIDADE NO CAMPUS UNIFEI - ITAJUBÁ (MG)

Foi realizado um estudo de caso na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), localizada na cidade de Itajubá - MG, no qual o foco é a aplicação do índice e a determinação das condições de mobilidade no *campus*. As etapas realizadas para a aplicação do índice nesse *campus*, as citadas no item anterior, serão explicadas neste tópico.

#### 4.1. Qualidade e disponibilidade dos dados

Inicialmente, um estudo da qualidade e disponibilidade dos dados foi realizado para verificar a aplicabilidade do índice no *campus* UNIFEI e então planejar as adaptações que seriam necessárias para aplicação do método proposto por Oliveira (2015).

A disponibilidade é uma classificação de acordo com o tempo de obtenção. Foi pré-definido, devido ao tempo de um ano de duração da presente pesquisa, que serão dados disponíveis em Curto Prazo (CP) aqueles que terão até seis meses para obtenção, Médio Prazo (MP), até um ano e Longo Prazo (LP), acima de um ano. A qualidade da informação coletada é classificada como Alta (A), relacionada a certeza daquele dado, Média (M), quando a informação é existente, mas não por completa e Baixa (B), quando a informação existe, mas não é confiável de acordo com uma escala decrescente de confiabilidade. Na Tabela 1 é possível observar a qualidade e a disponibilidade para a obtenção de cada indicador do IMSCamp.

**Tabela 1: Qualidade e disponibilidade dos dados**

Domínio	Tema	Indicadores	Qualidade	Disponibilidade
CONSCI ENTIZA ÇÃO	Campanhas educativas	Ações de conscientização do uso de modos alternativos	A	CP
		Ações de educação no trânsito	A	CP
		Ações de incentivo a utilização de modos alternativos	A	CP
	Modo de transporte	Adequação do modo de transporte	A	MP
INFRAESTRUTURA	Modos não motorizados	Infraestrutura de acesso ao <i>campus</i>	M	MP
		Infraestrutura cicloviária	B	CP
		Bicicletários e paraciclos	B	CP
		Instalações de apoio a modos alternativos	A	CP
	Modos motorizados	Qualidade das vias no <i>campus</i>	B	MP
		Infraestrutura de estacionamento	B	CP
		Infraestrutura de transporte público urbano	B	CP
	Acessibilidade	Qualidade das calçadas dentro e de acesso ao <i>campus</i>	B	MP
		Vagas para usuários com restrição de mobilidade	M	CP
		Acessibilidade dos prédios	B	CP
GESTÃO E SERVIÇOS	Vias e estacionamentos	Medidas de gestão das áreas de estacionamento	A	CP
		Medidas de gestão de fluxo	B	CP
	Transporte coletivo	Transporte público urbano	B	CP
		Transporte coletivo interno/entre áreas do <i>campus</i>	A	CP
	Segurança	Segurança pública	B	CP
		Fiscalização de infrações de trânsito no <i>campus</i>	B	CP

De acordo com a qualidade e disponibilidade dos dados, afirma-se que é possível a aplicação do índice, pois observa-se a maioria com possibilidade de ser coletada em até seis meses. Aos casos em que a coleta se estende até um ano foram possíveis com algumas adaptações. Além disso, mesmo com curto ou médio prazos outros métodos foram utilizados para possibilitar a coleta de dados.

Alguns dados foram coletados na Prefeitura do *campus*. Também foram utilizados dados de outras pesquisas realizadas no Laboratório de Logística, Transportes e Sustentabilidade - LogTranS, na UNIFEI, que contemplavam uma amostra de 494 indivíduos. Além disso, foram aplicados questionários específicos para alguns indicadores.

Assim, o cálculo da amostra foi necessário devido a necessidade de aplicação de questionários específicos e uso de dados de outras pesquisas para aplicação ou adaptação do método de alguns indicadores. O tamanho da amostra foi em função da quantidade de alunos e funcionários em julho de 2018 (Barbetta, 2002). O *campus* UNIFEI-Itajubá possui 7556 alunos, 591 técnicos

administrativos e 607 professores, totalizando 8754 indivíduos (UNIFEI, 2019). Considerando um máximo de 5% de erro a amostra calculada é de aproximadamente 383 pessoas.

Para cumprir o objetivo de aplicar a metodologia de Oliveira (2015), apenas uma adaptação na estrutura hierárquica foi necessária. A retirada do indicador “Transporte coletivo interno/entre áreas do *campus*”, por não haver no *campus* essa modalidade de transporte, explicada pelo pequeno espaço físico que possibilita o fácil deslocamento a pé ou de bicicleta entre os prédios. Assim, a exclusão deste item e a remodelação dos pesos tornou-se necessária.

#### 4.2. Coleta de dados e cálculo dos *scores*

Após a verificação da qualidade e disponibilidade dos dados, cálculo da amostra necessária e a adaptação da estrutura hierárquica, iniciou-se a coleta de dados e a aplicação do método, com as adaptações necessárias para o cálculo dos *scores* para cada indicador.

A Tabela 2 apresenta os valores encontrados a partir da coleta de dados e o cálculo do *score* para cada indicador. É importante salientar que os valores variam entre zero e um, em que zero representa o pior caso e um o melhor caso. Ainda, ressalta-se que por falta de tempo hábil por essa pesquisa ter sido realizada por apenas uma pessoa, além de diferenças do espaço físico entre o *campus* modelo e o *campus* analisado, algumas coletas dos dados foram resumidas em casos críticos, ou ainda simplificadas. Os valores para os pesos dos domínios, temas e indicadores são os propostos por Oliveira (2015), como exceção do indicador “Transporte público urbano” que teve seu peso remodelado.

**Tabela 2:** Pesos remodelados e *scores* obtidos para cada indicador

Domínio	Tema	Pesos	Indicadores	Pesos remodelados	Score
CONSCIEN- TIZAÇÃO (0,307)	Campanhas educativas	0,774	Ações de conscientização do uso de modos alternativos	0,383	0,000
			Ações de educação no trânsito	0,303	0,000
			Ações de incentivo a utilização de modos alternativos	0,314	0,000
	Modo de transporte	0,226	Adequação do modo de transporte	1,000	0,890
INFRAESTRUTURA (0,338)	Modos não motorizados	0,495	Infraestrutura de acesso ao <i>campus</i>	0,238	0,533
			Infraestrutura cicloviária	0,268	0,600
			Bicicletários e paraciclos	0,248	0,780
			Instalações de apoio a modos alternativos	0,246	0,075
	Modos motorizados	0,244	Qualidade das vias no <i>campus</i>	0,258	0,784
			Infraestrutura de estacionamento	0,451	0,980
			Infraestrutura de transporte público urbano	0,291	1,000
	Acessibilidade	0,261	Qualidade das calçadas dentro e de acesso ao <i>campus</i>	0,361	0,576
			Vagas para usuários com restrição de mobilidade	0,340	0,703
			Acessibilidade dos prédios	0,300	0,644
GESTÃO E SERVIÇOS (0,355)	Vias e estacionamentos	0,386	Medidas de gestão das áreas de estacionamento	0,494	1,000
			Medidas de gestão de fluxo	0,506	0,875
	Transporte coletivo	0,269	Transporte público urbano	1,000	0,283
	Segurança	0,345	Segurança pública	0,694	0,633
			Fiscalização de infrações de trânsito no <i>campus</i>	0,306	0,458

As atribuições de valor zero para os indicadores que se referiam a ações em relação a mobilidade sustentáveis no *campus*, foram devido a relevância desse tipo de ação, que não acontece no *campus*. É o caso os indicadores “Ações de conscientização do uso de modos alternativos”, “Ações de educação no trânsito” e “Ações de incentivo a utilização de modos alternativos”.

Boas atribuições visuais para “Infraestrutura de transporte público urbano” foram dadas pelo

motivo de que o transporte público urbano oferecido pela cidade de Itajubá é pouco utilizado pelos alunos da universidade. Isso ficou claro no questionário utilizado, com uma porcentagem de apenas 4,89 % dos respondentes que fazem uso do transporte público. Assim, como pouco utilizado, mesmo que com uma quantidade pequena de assentos disponíveis aos usuários, atende certamente a demanda. Além de sua estrutura ter boa sinalização, segurança por ser muito próximo à portaria do *campus*, e boa iluminação.

Essas boas atribuições resultaram em valor máximo (um) para o *score* “Infraestrutura de transporte público urbano”. Porém, verifica-se a insatisfação dos alunos usuários no serviço prestado, fato esse que atribuiu um valor pequeno (0,283 entre zero e um) para o *score* do indicador “Transporte público urbano”.

Em relação à saturação de estacionamentos, é importante destacar-se que há alguns prédios que demandam por maior número de vagas nos estacionamentos, porém há no *campus* vários estacionamentos compartilhados. E, por ser um *campus* pequeno, a distância entre alguns prédios é também pequena, sendo assim, é possível usar outros estacionamentos, quando o que se deseja utilizar está saturado. Isso demonstra um valor de disponibilidade de vagas bom para o *campus*, evidenciado pelos valores dos indicadores “Infraestrutura de estacionamento” (0,980) e “Medidas de gestão de estacionamento” (1,000).

Uma falha verificada é a falta de instalações de apoio ao uso de bicicletas e modos não motorizados no *campus*, o que pode ser verificado no valor final de 0,075 para o indicador “Instalações de apoio a modos alternativos”. Desse modo, ressalta-se a importância de investimento nesse tipo de instalações na universidade.

Acerca da “Qualidade das vias no *campus*” é importante ressaltar que o método de quantificação desse indicador foi diferente do proposto por Oliveira (2015), pois no *campus* UNIFEI o pavimento é intertravado. Foi realizada análise qualitativa com questionário aplicado aos usuários das vias. O resultado foi satisfatório, com boa condição do pavimento das vias de tráfego do *campus* (0,775 entre zero e um), porém a análise minuciosa proposta por Silva (2016), de acordo com a avaliação dos níveis de severidade das patologias no pavimento intertravado estabelecidos pela norma ASTM E2840 (2015), daria um valor de certa maneira mais fiel à realidade.

Outra adaptação foi realizada com o indicador “Qualidade das calçadas do *campus*” a partir a proposta de Tan (2018), que se mostrou mais adequada para a aplicação neste trabalho. O método tem a divisão do cálculo do *score* final do indicador em três etapas: avaliação da sinalização para pedestres (que obteve um resultado de 1,000); avaliação da acessibilidade universal do *campus* (0,471); razão entre área com cobertura vegetal e a sua área total (0,257). O resultado de 0,576 indica que melhorias podem ser realizadas para garantir acessibilidade e conforto nas vias de circulação de pessoas dentro do *campus*.

Destaca-se a importância de uma boa acessibilidade no *campus* tanto para usuários com restrição de mobilidade quanto para indivíduos sem restrição de mobilidade. A acessibilidade no *campus* pode ser considerada como atração para o uso de meios não motorizados como acesso, além de trazer autonomia para usuários com restrição de mobilidade. Por isso, ressalta-se a importância do o resultado do indicador “Qualidade das calçadas do *campus*”.

Verifica-se uma boa gestão no fluxo dentro do *campus* de acordo com as respostas obtidas sobre

os conflitos existentes no trânsito por parte dos agentes de trânsito, evidenciado no *score* do indicador “Medidas de gestão de fluxo” (0,875). Porém, para o indicador “Fiscalização de infrações de trânsito no *campus*” o resultado foi menos satisfatório (0,458). Assim, a administração do *campus* poderia analisar a possibilidade de um sistema de controle das infrações, devido às reincidências, como proposto pelos agentes de trânsito questionados nessa pesquisa.

Destaca-se a adequação dos usuários na escolha do meio de transporte para acessar o *campus*, pois o valor obtido para o indicador “Adequação do modo de transporte” foi um bastante satisfatório (0,890).

A avaliação da infraestrutura física dos acessos para ciclistas e pedestres foi satisfatória (0,730). Porém o valor do indicador “Infraestrutura de acesso ao *campus*” não é satisfatório (0,533). Pois além da análise da infraestrutura física, o método realizado para este indicador analisa a área de abrangência das portarias. Esta segunda análise mostrou que apenas 33,57% dos usuários do *campus* estão contemplados em um raio de 400 metros, sendo assim, a porcentagem de usuários que tem acesso próximo de sua residência próximo à alguma das duas portarias do *campus*, é baixa.

Para a “Segurança Pública”, obteve-se um resultado que não indica grandes problemas (0,633). Porém, a análise desse indicador, o qual tem por método entrevistas, resultou em um número de insegurança dos usuários maior no período noturno. Assim, maior policiamento na área neste período é indicado. A existência de um sistema de caronas entre os alunos para acessar o *campus* nesse período, auxiliaria na sensação de segurança dos mesmos.

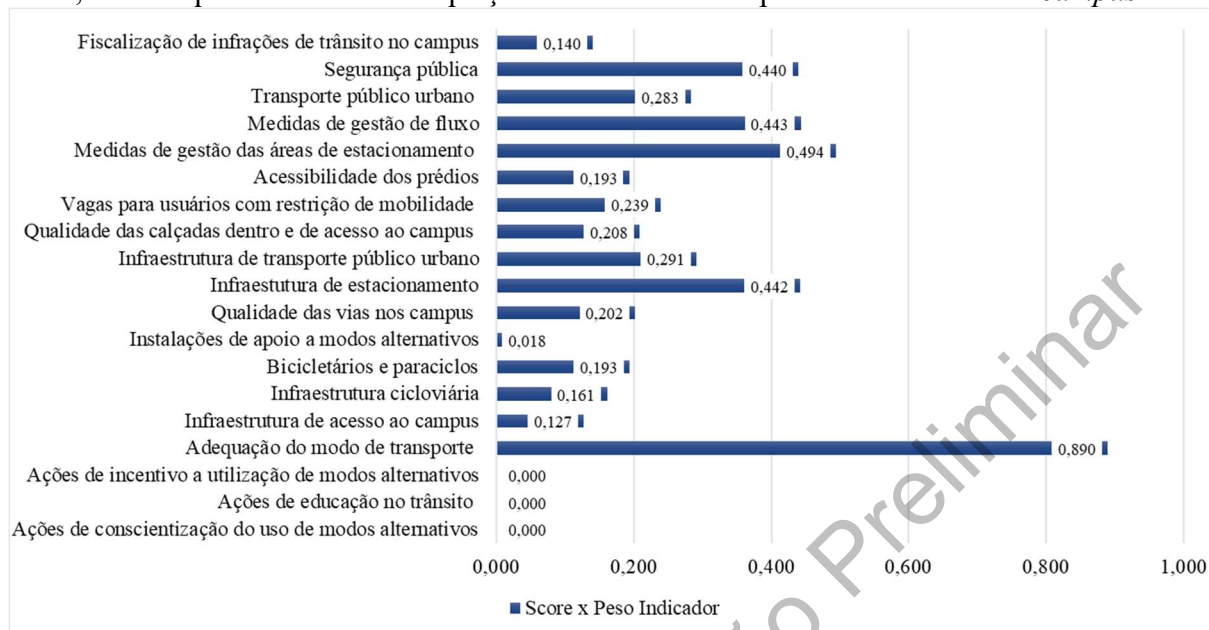
Por fim, é importante destacar que na verificação da qualidade e disponibilidade dos dados, os indicadores “Adequação do modo de transporte” e “Infraestrutura de acesso ao *campus*” tiveram classificação da disponibilidade de médio prazo, com até um ano para obtenção do dado. E, foi possível o cálculo do *score* para esses indicadores no tempo da pesquisa (1 ano), com o uso de dados de pesquisas realizadas anteriormente no Laboratório de Logística, Transportes e Sustentabilidade - LogTranS, na UNIFEI. Além disso, foram utilizados outros métodos, citados neste tópico, para adequação aos indicadores “Qualidade das vias no *campus*” e “Qualidade das calçadas dentro e de acesso ao *campus*”, os quais também foram classificados como de disponibilidade de médio prazo para a aplicação do método proposto por Oliveira (2015).

#### **4.2. Agrupamento dos níveis da estrutura hierárquica**

A partir dos resultados dos *scores* individuais para cada indicador, fez-se o agrupamento para analisar as áreas em relação aos indicadores, temas e domínios que necessitam de maiores investimentos pra melhorias. Sejam essas áreas, as de menor desempenho, ou seja, as de menor valor. O gráfico da Figura 2 mostra os valores de cada *score* (definidos pela coleta de dados) multiplicado pelo peso desses indicadores. Os agrupamentos posteriores demonstram as contribuições em relação ao tema, na Figura 3 e a contribuição de cada domínio para o valor final do índice na Figura 4.

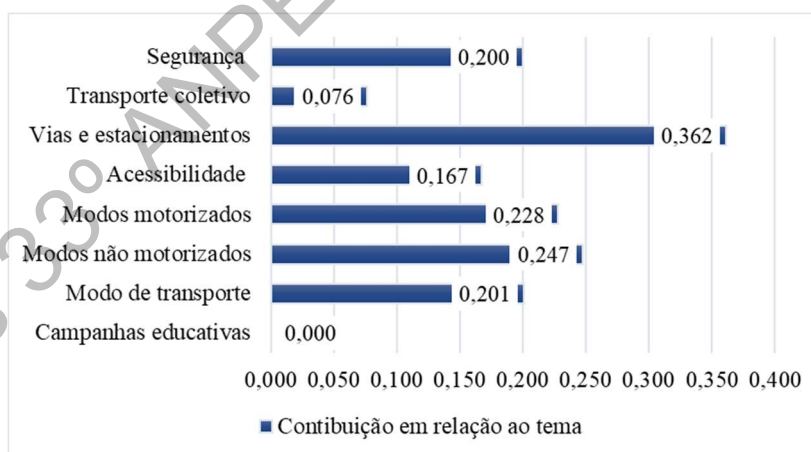
Em relação aos indicadores e seus pesos, o gráfico da Figura 2 mostra que investimentos devem ser realizados principalmente em ações de conscientização, instalações de apoio a modos não motorizados e na infraestrutura de acesso ao *campus*. Ressalta-se aqui que a falha na

infraestrutura de acesso ao *campus* está relacionada à área de abrangência das portarias. Além disso, mostra que há uma boa adequação do modo de transporte dos usuários do *campus*.



**Figura 2:** Contribuição de cada indicador em relação ao seu peso

Com o gráfico da Figura 3 é possível verificar que o tema “Vias e estacionamento”, tem o melhor desempenho. Resultado influenciado pelos *scores* altos dos indicadores que o compõem, “Medidas de gestão das áreas de estacionamento” e “Medidas de gestão de fluxo”. Já o desempenho do tema “Transporte Coletivo” mostra que há melhorias a serem realizadas nesse setor.



**Figura 3:** Contribuição relacionada aos temas

O gráfico da Figura 4 expõe que as atenções devem ser voltadas no *campus* em relação à conscientização. Pelo motivo de o desempenho do domínio “Conscientização” ser bastante inferior aos outros dois domínios analisados. E isso acontece, pois, como já citado anteriormente, não há no *campus* nenhuma ação, seja de conscientização do uso de modos alternativos, de educação no trânsito ou de incentivo a utilização de modos alternativos.



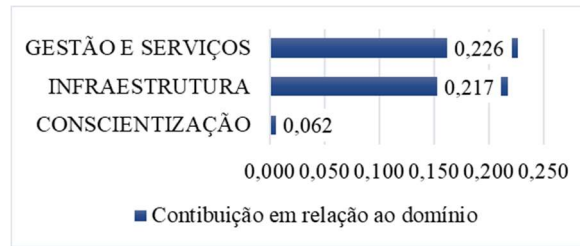


Figura 4: Contribuição dos domínios para o valor do IMSCamp

### 4.3. Cálculo do índice

A partir dos *scores* obtidos para cada indicador, é possível calcular o valor do IMSCamp. Inicialmente, calcula-se o peso final de cada indicador, como explicitado na Equação 1. Posteriormente, é calculado a contribuição de cada indicador para o valor final do índice, como mostrado pela Equação 2. Por fim, são somadas as contribuições de cada indicador e obtêm-se dessa forma o valor do IMCamp, como na Equação 3.

$$P_f = P_d * P_t * P_i \quad (1)$$

Em que:  $P_f$ : peso final por indicador;

$P_d$ : peso do domínio que está inserido o indicador;

$P_t$ : peso do tema que está inserido o indicador;

$P_i$ : peso do indicador.

$$C_{IMSCamp} = P_f * S_i \quad (2)$$

Em que:  $C_{IMSCamp}$ : contribuição de cada indicador para o valor final do IMSCamp;

$S_i$ : *score* do indicador.

$$IMSCamp = \sum C_{IMSCamp} \quad (3)$$

Na Tabela 3 mostra-se os valores das contribuições individuais dos indicadores para o resultado do IMSCamp, bem como o valor final do índice encontrado para o *campus* da UNIFEI. Observa-se a carência de ações de conscientização e bom desempenho da gestão das áreas de estacionamento. Os indicadores “Ações de conscientização do uso de modos alternativos”, “Ações de educação no trânsito”, “Ações de incentivo a utilização de modos alternativos” e “Instalações de modos alternativos” tem contribuição pequena para o valor do índice, por serem de valor zero ou muito baixo no caso do último citado. Já os indicadores “Medidas de gestão das áreas de estacionamento”, “Adequação ao modo de transporte” e “Medidas de gestão de fluxo” tem grande contribuição para o valor do IMSCamp, por serem os valores mais altos de contribuição.

O valor obtido foi de 0,505 para o índice IMSCamp do *campus* da Universidade Federal de Itajubá, em Itajubá (MG). Este valor mostra que apesar de alguns aspectos para a sustentabilidade estejam sendo atendidos, ainda tem muitos indicadores que precisam de melhorias e de atenção pela administração do *campus*, já que pode variar entre zero e um, seja zero o pior caso e um o melhor caso.

**Tabela 3:** Contribuição de cada indicador para o valor global do IMSCamp

Indicadores	Contribuição para o IMSCamp
1.1.1 Ações de conscientização do uso de modos alternativos	0,000
1.1.2 Ações de educação no trânsito	0,000
1.1.3 Ações de incentivo a utilização de modos alternativos	0,000
1.2.1 Adequação do modo de transporte	0,062
2.1.1 Infraestrutura de acesso ao <i>campus</i>	0,021
2.1.2 Infraestrutura cicloviária	0,027
2.1.3 Bicicletários e paraciclos	0,032
2.1.4 Instalações de apoio a modos alternativos	0,003
2.2.1 Qualidade das vias no <i>campus</i>	0,017
2.2.2 Infraestrutura de estacionamento	0,036
2.2.3 Infraestrutura de transporte público urbano	0,024
2.3.1 Qualidade das calçadas dentro e de acesso ao <i>campus</i>	0,018
2.3.2 Vagas para usuários com restrição de mobilidade	0,021
2.3.3 Acessibilidade dos prédios	0,017
3.1.1 Medidas de gestão das áreas de estacionamento	0,068
3.1.2 Medidas de gestão de fluxo	0,061
3.2.1 Transporte público urbano	0,027
3.3.1 Segurança pública	0,054
3.3.2 Fiscalização de infrações de trânsito no <i>campus</i>	0,017
<b>IMSCamp</b>	<b>0,505</b>

## 5. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

De acordo com os valores obtidos em outros estudos nos *campi* USP São Carlos (Oliveira, 2015) e USP Piracicaba (Tan, 2018), 0,459 e 0,491, respectivamente, verifica-se que o índice obtido no *campus* UNIFEI teve um resultado semelhante. O resultado de 0,505 para o IMSCamp no *campus* da UNIFEI é um valor baixo que evidencia deficiências no sistema de mobilidade sustentável existente, ressalta-se que o pior caso é o valor zero e o melhor um.

Os três *campi* referidos têm grandes diferenças entre si, seja em características físicas ou tamanho disponível. Salienta-se que Tan (2018) optou por adaptar mais precisamente a sua metodologia de coleta e cálculo dos indicadores à realidade do *campus* da USP Piracicaba, em relação à estrutura hierárquica proposta por Oliveira (2015), modificando a estrutura em vários pontos. No caso da UNIFEI foram necessários apenas alguns ajustes.

Ressalva-se que houve dificuldade em relação às adaptações dos métodos de coleta de dados e cálculo dos *scores* dos indicadores propostos por Oliveira (2015), por não propor alternativas para realidades diferentes de *campi* universitários. Um maior detalhamento da metodologia poderia auxiliar na aplicação melhorando o potencial de transferência do índice IMSCamp para outras realidades. Entretanto, o método se mostrou de fácil aplicação. Além disso, construído a partir de uma abordagem multicritério, com análises referentes à validação dos pesos atribuídos com mais de uma metodologia de atribuição de pesos, o índice se mostra uma importante ferramenta para o planejamento de mobilidade sustentável em *campi* universitários.

O valor do *score* obtido para cada indicador pode estabelecer metas de melhorias para o sistema de mobilidade sustentável. Porém, salienta-se que são necessárias análises detalhadas das variáveis que envolvem esses indicadores, para que seja possível avaliar a qual órgão cabe essas melhorias, pois nem todas cabem apenas a administração do *campus*. Podem estar relacionadas a ações da Prefeitura Municipal, Polícia Militar, ou ainda da companhia a qual oferece o transporte público urbano na cidade em que se insere o *campus* analisado.

Ainda, é importante comentar que outras análises mais detalhadas para alguns indicadores,

poderão melhorar o cálculo do índice e o seu resultado. O tempo para realização da coleta de dados e os recursos humanos disponíveis foram limitadores da pesquisa. Por fim, conclui-se que este estudo cumpriu seu objetivo no que se refere a aplicação da metodologia proposta no Guia de Indicadores de Oliveira (2015) para o cálculo do IMSCamp. O estudo possibilitou diagnosticar o cenário que representa a mobilidade sustentável no PGV analisado, o *campus* da Universidade Federal de Itajubá – Itajubá (MG). De maneira que o cenário encontrado não representa boas condições de mobilidade sustentável, apesar de ter pontos positivos em relação aos setores analisados. Sendo o setor de conscientização aquele que mais necessita de investimentos para melhorias na mobilidade sustentável da universidade.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, à FAPEMIG e a CAPES pelo apoio financeiro concedido aos projetos que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abenoza, R. F.; O. Cats e Y. O. Susilo (2017) Travel satisfaction with public transport: Determinants, user classes, regional disparities and their evolution. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 95, p. 64–84, 2017.
- Alves, P. (2014) *Mobilidade urbana sustentável: diretrizes da política brasileira*. Cadernos Adenauer XV, nº2. Governança e sustentabilidade nas cidades. Rio de Janeiro, RJ: Fundação Konrad Adenauer, 2014.
- Alves, R.; Bernardo, M. Lima, R.S; Lima, J.P. (2015). Instituições de ensino superior como polos geradores de viagem: as diferenças espaciais e temporais nos padrões de viagens. *XXIX Anpet – Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes*. Ouro Preto, MG.
- Arantes, P. P.; Martins, C.; Lima, J.P. (2015) Avaliação de mobilidade em locais críticos no entorno de uma instituição de ensino superior. In: *XXIX Anpet – Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes*. Ouro Preto, MG
- ASTM - American Society for Testing and Materials (2015). Practice for Pavement Condition Index Surveys for Interlocking Concrete Roads and Parking Lots. [s.l.] 2015. ASTM International.
- Balsas, C. J. (2003) Sustainable Transportation Planning on College Campuses. *Transport Policy*, v.10, n.1,35-49.
- Barbetta, P. A. (2002). *Estatística Aplicada às Ciências Sociais*. Florianópolis: Editora da Ufsc, 2002. 339p.
- Campolina, A. G. (2017). Análise de decisão multicritério para alocação de recursos e avaliação de tecnologias em saúde: tão longe e tão perto?. *Cadernos de Saúde Pública*, [s.l.], v. 33, n. 10, p.1-15, 26 out. 2017.
- Costa, M. S. (2008). *Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável*. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.
- Faria, H. M.; Lima, C. A. (2016) Andar a pé: Mobilidade urbana e sustentabilidade nas regiões metropolitanas brasileiras. *Revista do Laboratório de Estudos Urbanos do Núcleo de Desenvolvimento da Criatividade Unicamp – Labeurb / Nudecri*, v. 55, n. 41, 2016.
- Frei, F. (2009). Sampling mobility index: case study in Assis-Brazil. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Whashington D.C.
- Kneib, E. C.; Tedesco, G. M. I.; A. P. B. G. Barros e M. Paiva (2012) PGVs e Centralidades: Impactos na Escala Urbana e Metropolitana. In: Licínio da Silva Portugal. (Org.). Polos Geradores de Viagens Orientados à Qualidade de Vida e Ambiental. 1ª ed. Rio de Janeiro: *Interciência*, p. 671-704
- Lima, J. P.; Abitante, J. C.; Pons, N.A.D.; Senne, C. M. (2019) A Spatial Fuzzy Multicriteria Analysis of Accessibility: A Case Study in Brazil. *Sustainability*. v.11, p.3407 - 3426, 2019.
- Lima, J. P.; Machado, M. H. (2019) Walking Accessibility for Individuals with Reduced Mobility: A Brazilian Case Study. *Case Studies on Transport Policy*, v.7, p.1 – 20.
- Moraes, E. B. A. (2008) *Processos de Licenciamento de Polos Geradores de Viagens: o estudo de caso do Recife-PE*. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008. Orientador: Maria Leonor Alves Maia.
- Neirotti, P.; A. Marco; A. C. Cagliano; G. Mangano; F. Scorrano (2014) Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts. *Cities*, v. 38, p. 25–36, 2014.
- 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) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.
- Oliveira, A.M.; Rodrigues da Silva, A.N. (2016). Construção e validação de um índice para o planejamento da mobilidade com foco em polos geradores de viagens. *Transportes* (Rio de Janeiro), v. 24, p. 29-37, 2016.

- Parra, M. C. (2006) *Gerenciamento da Mobilidade em Campi Universitários: Problemas, Dificuldades e Possíveis soluções no Caso Ilha do Fundão - UFRJ*. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Orientador: Licínio da Silva Portugal.
- Santos, D. V. C. ; Freitas I. M. D. P. (2014) Medidas de Mobilidade Urbana Sustentável (MMUS): propostas para o licenciamento de Polos Geradores de Viagens. *Transportes*, [s.l.], v. 22, n. 2, p.11-22, 24 maio 2014.
- Senna, L. A. dos S. Economia e planejamento dos transportes. 1. ed. Rio de Janeiro: *Elsevier*, 2014.
- Silva, E. R. (2016) *Análise do comportamento estrutural e funcional de um pavimento experimental com blocos pré-moldados de concreto*. São Paulo, p.1-235, 2016. Universidade de São Paulo Sistema Integrado de Bibliotecas.
- Stein, P. P. (2013) *Barreiras, Motivações e Estratégias para Mobilidade Sustentável no Campus São Carlos da USP*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Tan, F. M. (2018) *Potencial de transferência de um índice de Mobilidade Sustentável para Campus Universitário*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.
- Travisi, C.M.; Camagni, R.; Nijkamp, P. (2010). Impacts of urban sprawl and commuting: a modelling study for Italy. *Journal of Transport Geography*, vol.10; p. 383-392.
- UNIFEI (2019) *Unifei em números*. Disponível em: <<https://unifei.edu.br/institucional/unifei-em-numeros6/>>. Acesso em: 14 jan. 2019.