



## **RISCOS E OPORTUNIDADES DA APLICAÇÃO DE UMA VERSÃO REDUZIDA DO ÍNDICE DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL**

**Hellem de Freitas Miranda**  
**Antônio Nélon Rodrigues da Silva**  
Universidade de São Paulo  
Escola de Engenharia de São Carlos

### **RESUMO**

O objetivo deste estudo é investigar os potenciais riscos e oportunidades para a avaliação da mobilidade urbana decorrentes de recente simplificação proposta para o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS). O município de Ribeirão Preto/SP foi selecionado para testar a flexibilidade da versão reduzida para novas aplicações. Os resultados obtidos neste estudo de caso foram inicialmente analisados de forma isolada, em seu contexto específico. Em seguida, foram comparados aos resultados das capitais dos estados brasileiros divulgados em estudo recente, com Ribeirão Preto assumindo, se analisado apenas o resultado global do índice, a 24ª posição dentre as 28 cidades. Uma oportunidade identificada com o estudo foi a constatação de que a versão reduzida permitiu não apenas uma ampla aplicação da ferramenta, mas também a rápida adaptação para um novo caso. Um risco do IMUS Reduzido, por outro lado, foi a considerável limitação da sua capacidade de diagnóstico.

### **ABSTRACT**

This study aims to investigate the potential risks and opportunities for urban mobility assessment arising from the recently proposed simplified version of the Sustainable Urban Mobility Index (I\_SUM). The city of Ribeirão Preto/SP was selected to test the flexibility of the reduced version for new applications. The results obtained in this study case were initially analyzed in isolation, in their specific context. Then, they were compared to the results of Brazilian state capitals published in a recent study, with Ribeirão Preto assuming, if only the global result of the index is analyzed, the 24th position among the 28 cities. An opportunity identified with the study was the finding that the reduced version allowed a broad application of the tool but also a quick adaptation to a new case. On the other hand, the risk of Reduced I\_SUM was a considerable limitation of its diagnostic capability.

### **1. INTRODUÇÃO**

A mobilidade urbana tem recebido destaque ao longo das últimas décadas, tanto no meio acadêmico quanto governamental. A Política Nacional de Mobilidade Urbana atribuiu aos municípios brasileiros, de acordo com determinadas regras e prazos, a obrigatoriedade de realização de seus planos de mobilidade (Brasil, 2012). Ao mesmo tempo, pesquisas científicas têm sido conduzidas buscando desenvolver ferramentas que contribuam para o diagnóstico e monitoramento das condições de mobilidade. Nesse sentido, índices e sistemas de indicadores são considerados importantes ferramentas para enfrentar os desafios do planejamento da mobilidade (Miranda, 2010).

Desenvolvido por Costa (2008), o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) tornou-se uma das mais utilizadas ferramentas de avaliação das condições de mobilidade urbana no Brasil (Costa *et al.*, 2017). No entanto, sua complexa estrutura (composta por 87 indicadores) representa uma barreira para aplicação, limitando seu uso em municípios dos mais diversos portes. Por exemplo, os estudos desenvolvidos por Abdala (2013), Costa *et al.* (2017) e Scheffer (2020) demonstraram não ter sido possível aplicar os 87 indicadores que compõem a estrutura do IMUS em nenhum dos municípios considerados.

Dada tal condição, o jornal Folha de São Paulo (2022) apresentou uma nova estrutura para o IMUS, com o intuito de reduzir o número de indicadores e assim permitir sua aplicação em todas



as capitais de estado no Brasil. Essa nova estrutura, aqui denominada como IMUS Reduzido, foi efetivamente aplicada nas cidades propostas. Contudo, a simplificação de indicadores pode eventualmente ter levado a uma análise incompleta da mobilidade urbana, perdendo-se desta forma o propósito inicial que levou ao desenvolvimento do índice. Esta é uma situação que demanda uma análise cuidadosa e imediata, sob pena dos resultados encontrados conduzirem a diagnósticos e conclusões parciais, distorcidas ou, pior ainda, equivocadas.

Assim, o presente estudo tem como objetivo investigar os potenciais impactos, na forma de riscos e oportunidades, produzidos pela simplificação do método para a efetiva avaliação da mobilidade urbana sustentável. Para tal, o primeiro passo foi testar a flexibilidade da versão reduzida para novas aplicações. Para este teste foi selecionado um município de médio porte (Ribeirão Preto/SP), que não apresenta uma problemática tão complexa para a mobilidade urbana como a das grandes metrópoles, mas que também não é tão simplificada como a da maioria das cidades de pequeno porte. Os resultados obtidos para Ribeirão Preto foram inicialmente analisados de forma isolada, em seu contexto específico. Em seguida, estes resultados foram comparados aos de todas as capitais, em uma estratégia que visava não apenas aprofundar o entendimento sobre as condições locais de mobilidade urbana, mas identificar aspectos positivos e negativos do emprego da versão reduzida do índice.

Em linhas gerais, o IMUS Reduzido revelou-se claramente incompleto em comparação ao potencial de avaliação da estrutura original. A severa redução dificultou a compreensão dos resultados, que passou a depender bastante de uma análise comparativa dos valores de cada indicador nas diferentes cidades. Tais aspectos são detalhados nesse documento, que está dividido em seis seções. Após a introdução, na seção dois são apresentadas as referências teóricas que balizaram esse estudo. O processo metodológico para aplicação da ferramenta é abordado na seção três, seguida pelos resultados (seção quatro) e pelas conclusões (seção cinco). Finalmente, a seção seis encerra o documento com a lista de referências citadas.

## **2. A AVALIAÇÃO DA MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL**

A mobilidade urbana é definida de forma simplificada como a condição em que ocorre a movimentação de bens e pessoas no território (Brasil, 2012). Contudo, são complexas as relações que estabelecem as condicionantes para a realização de tais movimentos. A mobilidade sustentável mostra-se como um produto de políticas inclusivas que promovem a democratização do espaço público, priorizando os modos ativos e coletivos de transporte, eliminando as inequidades sociais e fomentando a conservação ambiental (Brasil, 2007). Dessa forma, a mobilidade possui um importante papel no contexto urbano, dada suas premissas de inclusão social e equilibrado desenvolvimento territorial (Miranda e Rodrigues da Silva, 2012). Ela desafia governos ao estabelecer a necessidade da racionalização do uso dos espaços públicos buscando maior eficiência e dinamismo para reduzir seus impactos negativos (Gudmundsson, 2004).

Nesse sentido, o uso de ferramentas para avaliação e monitoramento das condições de mobilidade torna-se fundamental para apoiar decisões técnicas e políticas. Assim, sistemas de indicadores mostram-se uma boa estratégia para tal, uma vez que ampliam o conhecimento e capacidades no nível gerencial, facilitando a identificação de problemas e potencialidades (Costa *et al.*, 2017). Para tanto, Costa (2008) desenvolveu o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) com o intuito de promover uma avaliação aprofundada da mobilidade,



revelando não apenas as condições atuais de uma dada realidade, mas também permitindo a mensuração do impacto de estratégias para a promoção da mobilidade urbana sustentável (Costa, 2008). Sua estrutura apresenta 87 indicadores, que são agrupados em 37 temas que, por sua vez, são divididos em nove domínios. A todos os elementos desta estrutura hierárquica estão associados pesos, obtidos por meio de consulta a especialistas, que refletem as importâncias relativas dos domínios, dos temas e dos indicadores.

Com uma estrutura abrangente que busca caracterizar de forma ampla as condições de mobilidade, o IMUS mostra-se, no entanto, demasiado complexo para sua completa aplicação. Registros acadêmicos da adoção total ou parcial da ferramenta indicam que, em nenhum dos casos em que o IMUS foi aplicado, foi possível calcular todos os 87 indicadores (Abdala, 2013; Assunção, 2012; Costa, 2008; Costa *et al.*, 2017; Felix *et al.*, 2012; Maia, 2013; Miranda, 2010; Morais, 2012; Pontes, 2010; Scheffer, 2020). Dentre esses casos, verifica-se a recorrente falta de informações que caracterizam os padrões de viagens (obtidas pela execução de pesquisas Origem-Destino), além dos dados associados às emissões de gases poluentes e ruído urbano. A não disponibilidade dessas informações indica uma carência do poder público em avaliar a efetividade de suas ações. É importante lembrar que a distribuição de viagens por modos de transporte no território e as externalidades associadas às escolhas modais deveriam ser constantemente monitoradas como parte do processo de tomada de decisão dos agentes públicos. Como alternativa a esse problema, Cardoso (2021), por sua vez, propôs uma adaptação do IMUS para municípios de pequeno porte, reduzindo sua estrutura para 57 indicadores e adotando um questionário para a obtenção de informações necessárias para sua aplicação.

A complexidade de uso do IMUS, dado o volume e características das informações necessárias para a sua aplicação, levou à proposição de uma versão ainda mais reduzida da ferramenta, para atender a uma demanda do jornal Folha de São Paulo. Interessado em elaborar uma série de matérias voltadas à mobilidade urbana, o jornal promoveu um trabalho com suporte acadêmico, que envolveu pesquisadores do próprio grupo que criou o IMUS, para estabelecer uma estrutura compacta do índice (Folha de São Paulo, 2022). O objetivo era selecionar apenas indicadores que fossem passíveis de cálculo para todas as capitais brasileiras. No entanto, a carência de informações disponíveis, seja em razão de acesso ou da própria inexistência de dados, levou a uma drástica eliminação de indicadores. A estrutura obtida ao final desse processo, aqui denominada IMUS Reduzido, contemplou apenas cinco dos nove domínios, 12 dos 37 temas e 13 dos 87 indicadores originais (ver Tabela 1).

Em certa medida, a metodologia originalmente desenvolvida por Costa (2008) já estabelecia que o IMUS poderia ser calculado com a supressão de indicadores, dada a impossibilidade de obtenção das informações necessárias para o cálculo de todos os indicadores propostos. Dessa forma, os pesos dos elementos ausentes (domínios, temas e indicadores) deveriam ser redistribuídos proporcionalmente entre os demais, buscando manter a coerência da estrutura do índice. Contudo, recomendava que ao menos um indicador por domínio deveria ser considerado para se evitar uma descaracterização da ferramenta. Como o IMUS Reduzido não seguiu essa recomendação, a exclusão de quatro dos nove domínios tornou necessária uma nova redistribuição de pesos, respeitando-se a proporcionalidade de valor cada domínio original, conforme resumido na Tabela 1.



### 3. MÉTODO

O cálculo do IMUS Reduzido se deu de forma bastante simples, em comparação com a aplicação da ferramenta original. A versão completa do IMUS considera inicialmente a realização da disponibilidade e qualidade de dados. Essa etapa busca garantir a integridade da estrutura geral do índice, respeitando ao menos a inclusão de todos os nove domínios. Como a versão reduzida parte de um número pequeno de indicadores, escolhidos a partir de sua ampla disponibilidade, essa etapa de trabalho não foi realizada.

**Tabela 1:** Estrutura adotada na versão reduzida do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS Reduzido)

DOMÍNIO	TEMA	INDICADOR	PESO
ASPECTOS AMBIENTAIS (0,2007)	<u>Controle dos impactos no meio ambiente</u> (0,5234)	<i>Emissões de CO</i>	1,00
	<u>Recursos naturais</u> (0,4766)	<i>Uso de energia limpa e combustíveis alternativos</i>	1,00
INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (0,2138)	<u>Provisão e manutenção das vias da infraestrutura de transportes</u> (1,000)	<i>Densidade e conectividade da rede viária</i>	1,00
MODOS NÃO MOTORIZADOS (0,1963)	<u>Transporte ciclovitário</u> (0,3057)	<i>Extensão e conectividade de ciclovias</i>	1,00
	<u>Modos não motorizados</u> (0,3439)	<i>Vias para pedestres</i>	1,00
	<u>Redução de viagens</u> (0,3503)	<i>Ações para redução do tráfego motorizado</i>	1,00
TRÁFEGO E CIRCULAÇÃO URBANA (0,1905)	<u>Acidentes de trânsito</u> (0,3397)	<i>Acidentes de trânsito</i>	0,50
		<i>Acidentes com pedestres e ciclistas</i>	0,50
	<u>Fluidez e circulação</u> (0,3141)	<i>Velocidade média de tráfego</i>	1,00
	<u>Transporte individual</u> (0,3462)	<i>Índice de motorização</i>	1,00
SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO (0,1988)	<u>Disponibilidade e qualidade do transporte público</u> (0,3851)	<i>Passageiros transportados anualmente</i>	1,00
	<u>Diversificação modal</u> (0,2981)	<i>Diversidade de modos de transporte</i>	1,00
	<u>Política tarifária</u> (0,3168)	<i>Tarifas de transporte</i>	1,00

A segunda etapa do método considera a indisponibilidade de indicadores e readequação da estrutura de pesos para os indicadores remanescentes. Esse processo foi incorporado pelo trabalho da Folha de São Paulo (2022) ao realizar o cálculo do índice para todas as capitais. Assim, este estudo considerou a revisão dos pesos adotados pelo periódico.

A aplicação do índice ao município de Ribeirão Preto deu-se a partir da definição metodológica apresentada pelo jornal Folha de São Paulo (2022), que adotou simplificações ao método original como forma de viabilizar sua aplicação em larga escala. Tais detalhes metodológicos estão resumidos, juntamente com os dados observados e resultados dos *scores* para Ribeirão Preto, na Tabela 2. Destaca-se que, em razão da disponibilidade geral de dados, o ano de referência adotado para a aplicação do IMUS Reduzido em Ribeirão Preto foi o de 2019.

Deve-se levar em conta que o IMUS Reduzido representa uma versão demasiado simplificada quando comparada a sua estrutura original. A supressão de inúmeros indicadores apresenta a vantagem de tornar a ferramenta facilmente aplicável em condições comparativas. No entanto, tal redução promove uma avaliação parcial da mobilidade urbana. Dessa forma, os resultados



obtidos a partir de sua aplicação devem ser analisados com cautela, buscando-se a referência dos indicadores que levaram aos mesmos.

#### 4. RESULTADOS

A partir dos critérios de cálculo, dos dados e dos resultados reunidos na Tabela 2, uma avaliação de desempenho pode ser realizada a partir de dois processos distintos. O primeiro observa o resultado do *score* normalizado final obtido pelo município, que para Ribeirão Preto correspondeu a 0,3434. Em seguida, parte-se para uma análise de desempenho dos indicadores, que pode ser feita tanto de forma individualizada (*scores*) quanto em grupo (*scores* normalizados, isto é, o resultado da multiplicação de cada *score* pelo respectivo peso). O cálculo apresentando os *scores* obtidos a partir da aplicação do método descrito e dos *scores* normalizados por indicadores e domínios é apresentado na Tabela 3.

Dada que a finalidade da redução do método original considera a ampla aplicação para efeitos comparativos, o resultado obtido para a cidade em estudo foi comparado com os das capitais brasileiras (ver Figura 1). A comparação dos *scores* normalizados do índice indica que Ribeirão Preto apresenta condições inferiores para a mobilidade urbana sustentável em comparação com a maior parte das capitais, assumindo a 24° posição relativa dentre as 28 cidades.

Tais resultados apontam para uma condição negativa de mobilidade urbana em Ribeirão Preto. O único indicador a obter *score* máximo foi o que avalia os níveis de emissões de monóxido de carbono (CO). Apresentaram desempenho positivo os indicadores associados à violência no trânsito (*Acidentes de trânsito* e *Acidentes com pedestres e ciclistas*). Receberam avaliação satisfatória os indicadores *Velocidade média de tráfego* e *Passageiros transportados anualmente*, além da avaliação tarifária do sistema de transporte coletivo (*Tarifas de transporte*). Por sua vez os indicadores *Densidade e conectividade da rede viária* e *Diversidade de modos de transporte* obtiveram desempenho ruim. Finalmente apresentaram desempenho péssimo (*score* zero ou próximo a zero) os indicadores *Uso de energia limpa e combustíveis alternativos*, *Extensão e conectividade de ciclovias*, *Vias para pedestres*, *Ações para a redução do tráfego motorizado* e *Índice de motorização*.

Dentre os *scores* observados destacam-se os resultados negativos dos indicadores associados ao domínio MODOS NÃO MOTORIZADOS, além do indicador *Índice de motorização*. Tal condição pode demonstrar uma conexão com a divisão modal municipal, que segundo pesquisa OD (2011) indica uso intenso dos modos individuais motorizados (52%) frente aos modos a pé e bicicleta (22% e 3% respectivamente).

Para essa análise deve-se observar ainda os valores dos *scores* normalizados, que resultam da aplicação dos pesos atribuídos a cada indicador. Indicadores de pesos elevados potencializam *scores* baixos. Este é o caso do indicador *Densidade e conectividade da rede viária*, que mesmo com desempenho ruim obteve um *score* normalizado alto. Isso significa que caso o município alterasse seus padrões de ocupação do solo urbano, promovendo maior densidade e conectividade da malha viária em prol da ampla acessibilidade, poderia elevar significativamente o resultado do índice geral. Por exemplo, com *score* equivalente a 1,00, apenas esse indicador elevaria o resultado final do índice de Ribeirão Preto para 0,4866. Nesse cenário, a cidade assumiria a quinta posição dentre as capitais nacionais.



**Tabela 2:** Elementos considerados no cálculo do IMUS Reduzido para Ribeirão Preto

DEFINIÇÃO	MÉTODO DE CÁLCULO	OBSERVADO	SCORE	REFERÊNCIA.	SCORE FINAL
<i>Emissões de CO</i>					
Percentual das emissões anuais por veículos que excederam o parâmetro de controle	Consulta à Plataforma de Qualidade do Ar (IEMA)	Não se verificou ultrapassagem dos padrões	0	100% maior	1,0000
			0,25	75% maior	
			0,5	50% maior	
			0,75	25% maior	
			1	Igual ou inferior	
<i>Uso de energia limpa e combustíveis alternativos</i>					
Percentual de veículos da frota de transporte público que utilizam combustíveis limpos ou fontes de energia alternativas	Levantamento da frota de transporte público por ônibus	Zero	0	Zero	0,0000
			0,25	25%	
			0,5	50%	
			0,75	75%	
			1	100%	
<i>Densidade e conectividade da rede viária</i>					
Densidade e conectividade da rede viária urbana	<b>Densidade:</b> Quociente entre extensão de vias urbanas e área urbana. Baixa < 10 km/km <sup>2</sup> , Alta > 10 km/km <sup>2</sup> <b>Conectividade:</b> Quociente entre nós da malha viária e malha ideal (100 x 100 m). Baixa < 50% dos nós, Alta > 50% dos nós	<b>Densidade</b> = 11,64 km/km <sup>2</sup> (Alta) Vias = 3.218 km Área = 276,44 km <sup>2</sup> <b>Conectividade</b> = 49,65% (Baixa) Nós malha = 27.688 Nós viários = 13.746	0	Baixa/Baixa	0,3300
			0,33	Alta/Baixa	
			0,66	Baixa/alta	
			1	Alta/Alta	
			<i>Extensão e conectividade de ciclovias</i>		
Cobertura da rede cicloviária sobre o sistema viário urbano	Razão entre a extensão total de ciclovias/ciclofaixas e a extensão total do sistema viário urbano	Ciclovias = 17 km Vias = 3.218,12 km Cobertura = 0,005%	0	Zero	0,0053
			0,25	Até 10%	
			0,5	Até 15%	
			0,75	Até 20%	
			1	Mais de 25%	
<i>Vias para pedestres</i>					
Cobertura da rede de vias para pedestres	Razão entre a extensão total de vias para pedestres e a extensão total do sistema viário urbano	Vias para pedestres = 0,814 km Vias = 3.218,12 km Cobertura = 0,03%	0	Zero	0,0003
			0,25	Até 6,25%	
			0,5	Até 12,5%	
			0,75	Até 18,75%	
			1	Mais de 25%	
<i>Ações para redução do tráfego motorizado</i>					
Políticas, estratégias ou ações realizadas com o objetivo de reduzir o tráfego motorizado	Verificação se há qualquer uma das ações em vigor: (1) campanha educativa, (2) rodízio, (3) delimitação de áreas com restrição para a circulação de veículos, (4) pedágio urbano	Nenhuma	0	Nenhuma	0,0000
			0,25	1 ação	
			0,5	2 ações	
			0,75	3 ações	
			1	4 ações	
<i>Acidentes de trânsito</i>					
Número de mortos em sinistros de trânsito em vias urbanas no ano de referência	Verificação do número de mortos em vias urbanas por 100 mil hab. a partir da base de dados do Datasus	Total de mortos = 87 População = 703.293 Mortos/100 mil hab. = 12,37	0	400 ou mais	0,7500
			0,25	Até 300	
			0,5	Até 200	
			0,75	Até 100	
			1	Zero	



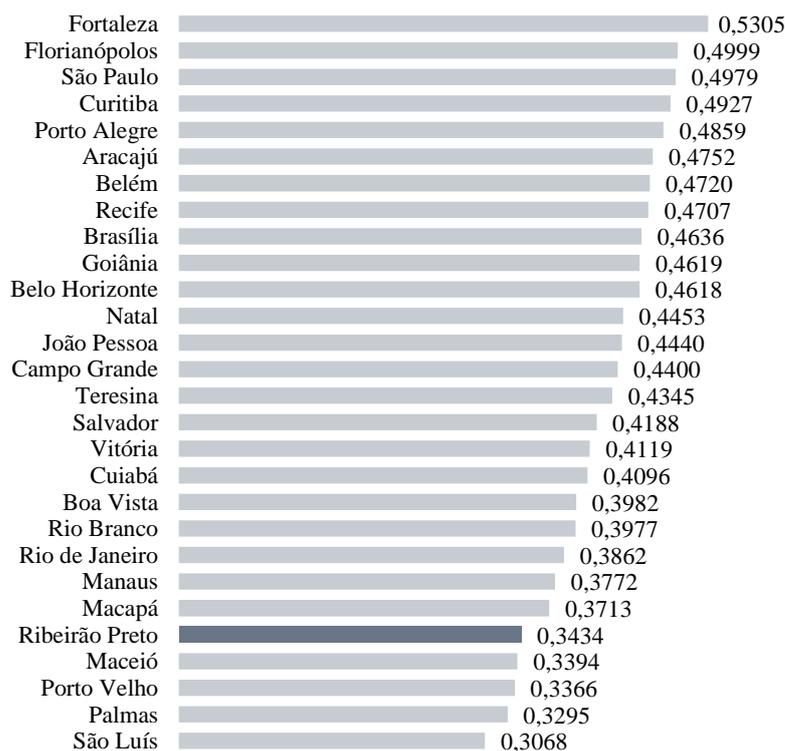
**Tabela 2 (continuação):** Elementos considerados no cálculo do IMUS Reduzido para  
Ribeirão Preto

DEFINIÇÃO	MÉTODO DE CÁLCULO	OBSERVADO	SCORE	REFERÊNCIA.	SCORE FINAL
<i>Acidentes com pedestres e ciclistas</i>					
Percentual de sinistros de trânsito ocorridos em vias urbanas envolvendo pedestres e ciclistas	Verificação do número de pedestres e ciclistas envolvidos em sinistros de trânsito ocorridos em vias urbanas a partir da base de dados do INFOSIGA	Total = 12.787 Pedestres = 479 Ciclistas = 486 Pedestres e ciclistas = 7,52%	0	25% ou menos	0,7500
			0,25	20% ou menos	
			0,5	15% ou menos	
			0,75	10% ou menos	
			1	Até 5%	
<i>Velocidade média de tráfego</i>					
Razão entre a velocidade média dos picos (manhã e tarde) e fluxo livre (madrugada)	Média da variação de velocidade nos picos e de fluxo livre observada em diferentes percursos por meio da ferramenta <i>Google Maps</i>	Velocidade pico média = 17,95 km/h Velocidade fluxo livre média = 31,28 km/h Razão = 0,5738	0	Zero	0,5738
			0,25	25%	
			0,5	50%	
			0,75	75%	
			1	100%	
<i>Índice de motorização</i>					
Número de automóveis registrados por mil habitantes	Verificação do número de veículos registrados a partir da base do Denatran e população no IBGE	Automóveis = 371.455 População = 703.293 Automóveis/hab = 528,16	0	450 ou mais	0,0000
			0,25	Até 400	
			0,5	Até 350	
			0,75	Até 300	
			1	Até 250	
<i>Passageiros transportados anualmente</i>					
Variação em termos percentuais do número de passageiros transportados pelo transporte público urbano para um período de dois anos	Verificação do volume de passageiros totais transportados no sistema de transporte coletivo em base de dados da TRANSERP	Passageiros 2018 = 4.523.277 Passageiros 2019 = 4.463.911 Variação = -1,31%	0	Decréscimo superior a 25%	0,5000
			0,25	Decréscimo superior a 12,5%	
			0,5	Estável	
			0,75	Crescimento superior a 12,5%	
			1	Crescimento superior a 25%	
<i>Diversidade de modos de transporte</i>					
Número de modos de transporte disponíveis no município	Verificação a partir das opções disponíveis: a pé, bicicleta compartilhada, automóvel/motocicleta, ônibus, táxi/aplicativos, sistemas sobre trilhos	(1) a pé, (2) ônibus, (3) automóvel/motocicleta, (4) táxi/aplicativos	0	Até 3	0,2500
			0,25	Até 4	
			0,5	Até 5	
			0,75	Até 6	
			1	7 ou mais	
<i>Tarifas de transporte</i>					
Variação percentual dos valores da tarifa em comparação com a inflação do mesmo período	Comparação valores tarifários, segundo informações da TRANSERP, comparados ao IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo)	Tarifa 2018 = 4,20 Tarifa 2019 = 4,40 Variação tarifária = 5% IPCA 2018 = 3,75 IPCA 2019 = 4,48 Variação IPCA = 19% Tarifa/Inflação = 28%	0	Aumento maior que inflação	0,5000
			0,25	Até 75% da inflação	
			0,5	Até 50% da inflação	
			0,75	Até 25% da inflação	
			1	Sem aumento	



**Tabela 3:** Scores resultantes do cálculo do IMUS Reduzido

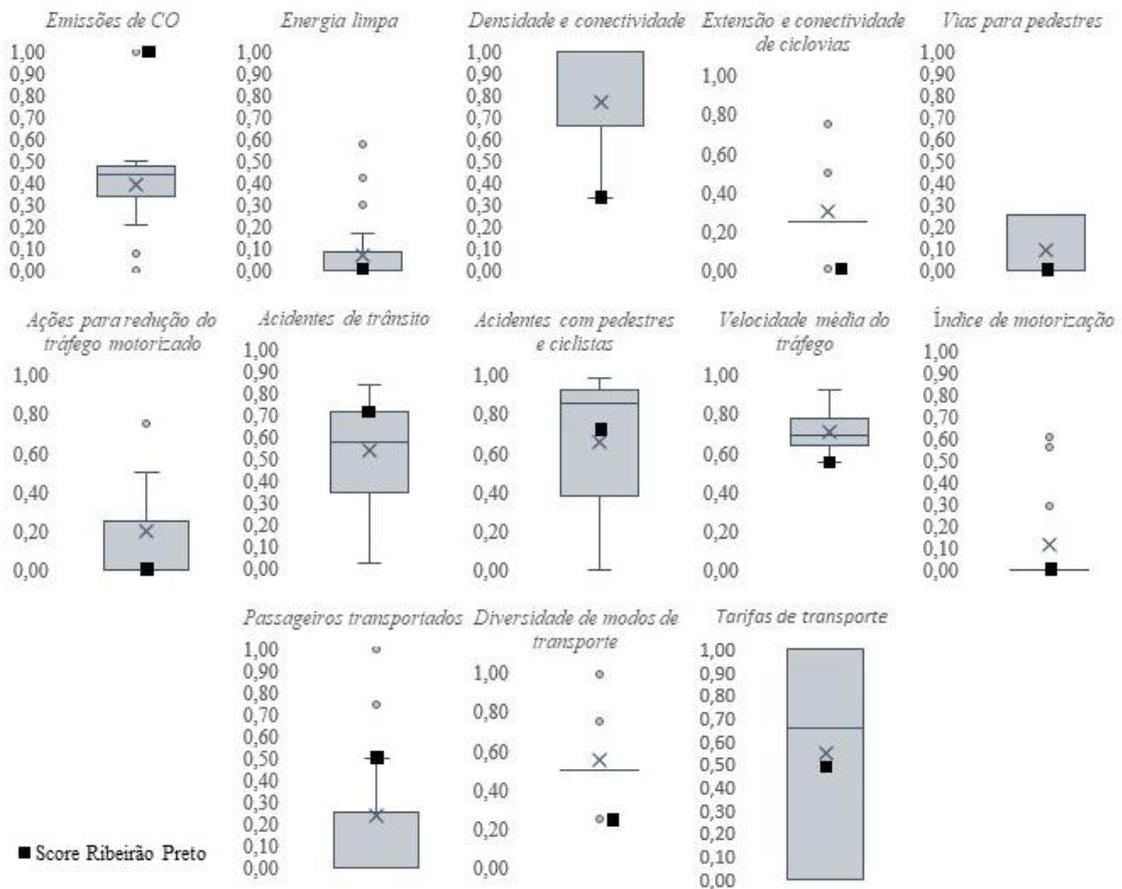
INDICADOR	PESO	SCORE	SCORE NORMALIZADO	SCORE DOMÍNIOS
<i>Emissões de CO</i>	0,1050	1,0000	0,1050	0,1050
<i>Uso de energia limpa e combustíveis alternativos</i>	0,0956	0,0000	0,0000	
<i>Densidade e conectividade da rede viária</i>	0,2138	0,3300	0,0705	0,0705
<i>Extensão e conectividade de ciclovias</i>	0,0600	0,0053	0,0003	0,0003
<i>Vias para pedestres</i>	0,0675	0,0003	0,0000	
<i>Ações para redução do tráfego motorizado</i>	0,0688	0,0000	0,0000	
<i>Acidentes de trânsito</i>	0,0324	0,7500	0,0243	0,0829
<i>Acidentes com pedestres e ciclistas</i>	0,0324	0,7500	0,0243	
<i>Velocidade média de tráfego</i>	0,0598	0,5738	0,0343	
<i>Índice de motorização</i>	0,0660	0,0000	0,0000	
<i>Passageiros transportados anualmente</i>	0,0765	0,5000	0,0383	0,0846
<i>Diversidade de modos de transporte</i>	0,0593	0,2500	0,0148	
<i>Tarifas de transporte</i>	0,0630	0,5000	0,0315	
<b>Total</b>	<b>1,0000</b>		<b>0,3434</b>	<b>0,3434</b>



**Figura 1:** Scores normalizados das capitais + Ribeirão Preto

Fonte: adaptado do jornal Folha de São Paulo (2022).

A comparação direta dos *scores* normalizados finais de cada cidade é interessante para se estabelecer uma referência frente a um cenário amplo. Contudo, tal análise isolada pode ser considerada superficial, dadas as distorções provocadas pelos pesos dos indicadores. Dessa forma, esse estudo conduziu a observação individualizada dos *scores* obtidos para cada um dos indicadores de todas as capitais e Ribeirão Preto, conforme a Figura 2.



**Figura 2:** Scores comparados por indicador nas capitais + Ribeirão Preto

Fonte: adaptado do jornal Folha de São Paulo (2022).

Os *boxplots* na Figura 2 apresentam a variação dos *scores* obtidos para cada um dos indicadores calculados nas várias cidades. Ribeirão Preto demonstrou desempenho muito próximo à média para os indicadores *Acidentes com pedestres e ciclistas* e *Tarifas de transporte*. No entanto, chamam a atenção os casos em que a cidade obteve *scores* nos limites superiores e inferiores, além da posição de *outlier*.

Os dois indicadores que cobrem o domínio ASPECTOS AMBIENTAIS demonstram desempenho contraditório. Apesar do município não possuir nenhum veículo limpo em sua frota municipal, os registros para emissões do CO foram positivos. Tal informação deve ser avaliada com cuidado. Dados locais de monitoramento da qualidade do ar apontam para registros acima dos padrões recomendados pela Organização Mundial da Saúde para os poluentes MP<sub>2.5</sub>, MP<sub>10</sub> e O<sub>3</sub> (IEMA, 2022). Essa observação leva ao questionamento a respeito da efetividade do indicador *Emissões de CO* para avaliar a qualidade do ar. Essa medida poderia se dar, por exemplo, a partir da combinação de poluentes emitidos e não apenas com base em um único gás. A plataforma SEEG (2022) aponta que o município de Ribeirão Preto é o 12º em emissões de CO<sub>2eq</sub> no estado de São Paulo, fato que mais uma vez coloca em dúvida o desempenho superior da cidade em comparação às capitais brasileiras.



O indicador *Densidade e conectividade da rede viária* apontou para uma posição de Ribeirão Preto no limiar inferior em comparação às demais cidades. Essa situação condiz com os recentes processos de expansão urbana do município, que na última década viu o surgimento de novos bairros a partir de uma expansão para além do Anel Viário, ainda que abundem inúmeros vazios urbanos em áreas consolidadas. Nesse processo, novos loteamentos surgem adquirindo parâmetros de ocupação do solo distintos do antigo modelo urbano observado na região central, com larguras de quadra e poucas conexões que desestimulam as viagens por modos ativos (a pé e bicicleta) e comprometem as condições de microacessibilidade.

São complementares a essa condição os indicadores *Extensão e conectividade de ciclovias*, *Vias para pedestres* e *Ações para a redução do tráfego motorizado*. No primeiro caso, Ribeirão Preto apresentou-se como *outlier* inferior, ou seja, encontra-se bastante atrasada em relação às capitais brasileiras quanto ao desenvolvimento de uma rede cicloviária. Para os demais indicadores, a posição verificada no limiar inferior reflete o despreparo da cidade para estimular modos alternativos de transporte (embora os valores gerais das demais cidades igualmente demonstrem atrasos para a promoção de políticas com tal finalidade).

Outro indicador que merece destaque é *Acidentes de trânsito*. Ribeirão Preto é uma cidade conhecida por seu tráfego agressivo, com velocidades regulamentadas em área urbana de até 70 km/h, muito além dos limites de 30 km/h recomendados para a garantia da preservação da vida (Trafikverket, 2022; WHO, 2021). Contudo, o *score* de 0,75 não parece refletir tal realidade. A observação dos *scores* das demais cidades também não apontou para grandes problemas, embora o Brasil seja reconhecido internacionalmente por seus altos índices de mortes no trânsito. Dados da WHO (2021) apontam que os maiores índices mundiais de mortalidade no trânsito encontram-se no continente africano, atingindo valores equivalentes a 26,6 mortos por 100 mil habitantes para o ano de 2016. Contudo, os valores de referência da metodologia aplicada adotam uma escala que atribui *score* 0,75 para até 100 mortos por 100 mil habitantes. Verifica-se assim uma imprecisão na escala de avaliação desse indicador.

Por fim, vale destacar o desempenho de Ribeirão Preto como um *outlier* inferior para o indicador *Diversidade de modos de transporte*. O sistema de transporte coletivo local dá-se exclusivamente por ônibus e até o presente momento o município ainda não possui diversidade de modos de transporte em operação, como as bicicletas compartilhadas, que são bastante comuns em capitais. Uma possível explicação para a inexistência desses serviços pode ser a precária infraestrutura cicloviária. Essa característica associada à falta de políticas para reduzir o tráfego motorizado e a franca expansão do tecido urbano, que amplia as distâncias de viagem, produzem um cenário que reforça o desempenho negativo do município quanto à mobilidade sustentável.

Em síntese, não há como negar que o IMUS Reduzido fornece um panorama geral sobre mobilidade urbana. Contudo, é preciso considerar que inúmeros indicadores não foram incorporados à estrutura resumida. Um bom exemplo disso se refere ao domínio SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO. De seus 18 indicadores da estrutura original, apenas três foram integrados à estrutura reduzida do método. Dessa forma, questões sensíveis à qualidade do serviço de transporte coletivo, modelo de contratação e política tarifária deixaram de ser analisados. Tais elementos são essenciais para a avaliação do transporte público urbano, que



por sua vez é fundamental para mobilidade como um todo.

Ademais, a ausência de quatro dos nove domínios que compõem a estrutura original do IMUS deve distorcer o entendimento quanto à mobilidade urbana sustentável das cidades avaliadas. Assim, é plausível concluir que o julgamento a respeito do desempenho de cada uma das capitais e Ribeirão Preto sofreu prejuízos quanto à ACESSIBILIDADE, ASPECTOS SOCIAIS, ASPECTOS POLÍTICOS E PLANEJAMENTO INTEGRADO. Como resultado, questões fundamentais como acessibilidade universal, inclusão social, integração de políticas públicas, captação de recursos, planejamento estratégico integrado e capacitação técnica deixaram de ser consideradas. Tal condição pode inclusive colocar em dúvida se essa estrutura reduzida poderia incorporar a nomenclatura “sustentável”, uma vez que o conceito de sustentabilidade se alinha a uma visão amplificada da problemática sob avaliação.

## **8. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esse trabalho buscou avaliar riscos e oportunidades decorrentes da aplicação de uma versão reduzida do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável, aqui denominado IMUS Reduzido, que em sua versão original se constitui em uma ferramenta complexa de avaliação e monitoramento da mobilidade urbana sustentável. A avaliação se deu em duas etapas. A primeira delas envolveu uma aplicação desenvolvida especificamente para este estudo, na cidade paulista de Ribeirão Preto, por meio da qual se pretendia avaliar a flexibilidade da versão reduzida do índice para aplicação em uma cidade distinta daquelas que compuseram o grupo para o qual a referida versão foi proposta (ou seja, as capitais dos estados brasileiros).

O primeiro ponto a destacar quanto à versão reduzida é sem dúvida positivo. A drástica redução de indicadores da versão original para a reduzida permitiu não apenas a ampla aplicação da ferramenta em todas as capitais brasileiras, mas também a rápida adaptação para um novo caso, o que favorece a comparação de desempenho entre cidades. Contudo, a severa redução de indicadores exigiu a realização de uma análise de desempenho dedicada a cada *score* obtido no caso da nova cidade considerada (Ribeirão Preto-SP), como forma de se entender o significado efetivo de cada métrica frente à variabilidade de resultados das cidades comparadas.

O IMUS Reduzido mostrou-se uma ferramenta incompleta frente a sua versão primária, uma vez que suprimiu quatro dos nove domínios originais, limitando assim a sua capacidade de diagnóstico. Essa questão, ao mesmo tempo em que estabelece uma dúvida a respeito da aptidão da versão reduzida quanto a efetiva representatividade da mobilidade urbana sustentável, também representa uma crítica ao método original, que não alcança a realidade de grande parte das cidades brasileiras. Isto obviamente aponta para o fato de que as cidades brasileiras estão, em sua maioria, despreparadas para obter diagnósticos que dependam de dados e análises um pouco mais complexas, o que certamente dificulta ou impede o desenvolvimento de estratégias para a promoção da mobilidade urbana sustentável.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem à Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto pelo acesso aos dados do município.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Abdala, I. M. R. (2013) *Aplicação do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) em Goiânia*. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia.



- Assunção, M. A. (2012) *Indicadores de Mobilidade Urbana Sustentável para a cidade de Uberlândia, MG*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- Brasil (2007) Ministério das Cidades. *PlanMob: construindo a cidade sustentável. Caderno de Referência para a elaboração de Plano de Mobilidade Urbana*. Brasília.
- Brasil (2012) *Lei nº 12.587, de 03 de janeiro de 2012*. Institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana.
- Cardoso, B. H. (2021) *Uma Adaptação do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) para Cidades de Pequeno Porte*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2021.
- Costa, M. C. (2008) *Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável*. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. DOI: 10.11606/T.18.2008.tde-01112008-200521.
- Costa, P. B.; G. C. Morais Neto e A. I. Bertolde (2017) Urban Mobility Indexes: A Brief Review of the Literature. *Transportation Research Procedia*, v. 25, p. 3645-3655. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.05.330.
- Felix, R. R. O. M.; P. P. F. Silva; M. R. R. Seydell e J. P. Lima (2012) Estudo da Aplicabilidade de Indicadores de Mobilidade Urbana Sustentável para o Município de Itajubá-MG. *Anais do XXVI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Joinville, SC. Publicado em CD-ROM, 2012.
- Folha de São Paulo (2022) Índice Folha de Mobilidade. *Jornal Folha de São Paulo*. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/folha-topicos/indice-folha-de-mobilidade-urbana/>>. (Acesso em: 01/06/2022)
- Gudmundsson, H. (2004) Sustainable Transport and Performance Indicators. In: Hester, R.E., Harrison, R.M. (eds.) *Transport and the Environment-Issues in Environmental Science and Technology*, 20. Royal Society of Chemistry, Cambridge-UK, p. 35-63.
- IEMA (2022) *Plataforma da Qualidade do Ar*. Disponível em: <<http://energiaambiente.org.br/qualidadedoar>>. (Acesso em: 10/07/2022).
- Maia, A. C. L. (2013) *Avaliação da Qualidade do Transporte Público sob a Ótica da Mobilidade Urbana Sustentável - o caso de Fortaleza*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. DOI: 10.11606/D.18.2013.tde-27082013-093437.
- Miranda, H. F. (2010) *Mobilidade Urbana Sustentável e o Caso de Curitiba*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. DOI: 10.11606/D.18.2010.tde-03052011-103404.
- Miranda, H. F. e A. N. Rodrigues da Silva (2012) Benchmarking Sustainable Urban Mobility: The Case of Curitiba, Brazil. *Transport Policy*, v. 21, p 141-151. DOI: 10.1016/j.tranpol.2012.03.009.
- Morais, T. C. (2012) *Avaliação e Seleção de Alternativas para Promoção da Mobilidade Urbana Sustentável: o Caso de Anápolis, Goiás*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. DOI: 10.11606/D.18.2012.tde-07022013-164654.
- OD (2011) *Pesquisa Origem Destino de Ribeirão Preto*. (Documento de circulação restrita aos órgãos públicos municipais).
- Pontes, T. F. (2010) *Avaliação da Mobilidade Urbana na Área Metropolitana de Brasília*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Brasília, Brasília.
- SEEG (2022) *Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa*. Disponível em: <<http://seeg.eco.br/>>. (Acesso em: 13/07/2022).
- Scheffer, A. P. (2020) *Índice de Mobilidade Urbana Sustentável: Uma Contribuição ao Método a partir da Aplicação na Cidade de Passo Fundo*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.
- Trafikverket (2022) *Vision Zero*. Disponível em: < <https://bransch.trafikverket.se/en/startpage/>>. (Acesso em 13/07/2022).
- WHO (2021) *World Health Organization*. Disponível em: <<https://www.who.int/news/item/22-03-2021-campaign-launched-to-make-30-km-h-streets-the-norm-for-cities-worldwide>>. (Acesso em 13/07/2022).

---

Hellem de Freitas Miranda (miranda.hf@gmail.com)

Antônio Néilson Rodrigues da Silva (anelson@sc.usp.br)

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