

## AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL PARA A CIDADE DE SÃO MATEUS, ES

*ASSESSMENT OF SUSTAINABLE URBAN MOBILITY INDICATORS FOR THE CITY OF SÃO MATEUS, ES*  
*EVALUACIÓN DE INDICADORES DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE PARA LA CIUDAD DE SÃO  
MATEUS, ES*

**Vinicius Almeida de Oliveira**<sup>1\*</sup> & **Rita de Cassia Feroni**<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> [Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo.](https://www.ufes.br)

<sup>1\*</sup> [viniciusalmeida443@gmail.com](mailto:viniciusalmeida443@gmail.com) <sup>2</sup> [rita.feroni@ufes.br](mailto:rita.feroni@ufes.br)

### ARTIGO INFO.

Recebido em: 09.05.2022

Aprovado em: 25.05.2022

Disponibilizado em: 27.05.2022

**PALAVRAS-CHAVE:** Índice de Mobilidade Urbana Sustentável; Dimensões da sustentabilidade; Sistemas de transporte.

**KEYWORDS:** *Sustainable Urban Mobility Index; Dimensions of sustainability; Transport systems.*

**PALABRAS CLAVE:** *Índice de Movilidad Urbana Sostenible; Dimensiones de la sostenibilidad; Sistemas de transporte.*

\*Autor Correspondente: Oliveira, V. A.

### RESUMO

O sistema de mobilidade de uma cidade possui reflexos diretos na qualidade de vida da população, implicando no modo como o cidadão usufrui do direito de ir e vir, bem como na possibilidade do acesso a serviços básicos. Neste contexto, o objetivo do presente estudo consiste na avaliação do índice de mobilidade urbana sustentável para o município de São Mateus, ES, de 2013 a 2020, nas dimensões social, econômica e ambiental. Para tal, foi realizado o levantamento bibliográfico a fim de identificar o conjunto de indicadores que melhor se adequariam ao estudo com base na disponibilidade dos dados. Como principais resultados decorrentes da pesquisa, identificou-se uma média para o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável Global de 0,5146, resultado positivo dentro da escala avaliada (entre 0 e 1), sendo destacado o bom desempenho obtido para a dimensão social (0,6678). Quanto aos indicadores, observou-se um desempenho ruim relativo a investimentos públicos, orçamento familiar gasto no setor de transporte e uso de combustíveis alternativos e energia limpa. Um bom desempenho foi identificado para os indicadores de acidentes com pedestres e ciclistas, e equipamentos urbanos (escolas). Portanto, foi possível concluir que a metodologia adotada demonstrou potencial para identificação de pontos positivos e negativos no sistema de transporte local, podendo ser utilizada para auxiliar o poder público na definição de estratégias para a melhoria da mobilidade urbana sustentável do município.

### ABSTRACT

*The mobility system of a city has a direct impact on the population's quality of life, implying the way in which citizens enjoy the right to come and go, as well as the possibility of accessing basic services. In this context, the objective of the present study consists of evaluating the sustainable urban mobility index for the municipality of São*

*Mateus, ES, from 2013 to 2020, in the social, economic and environmental dimensions. For this, a bibliographic survey was carried out in order to identify the set of indicators that would best suit the study based on the availability of data. As main results resulting from the research, an average for the Global Sustainable Urban Mobility Index of 0,5146 was identified, positive result within the evaluated scale (between 0 and 1), highlighting the good performance obtained for the social dimension (0,6678). As for the indicators, a poor performance was observed regarding public investments, family budget spent in the transport sector and the use of alternative fuels and clean energy. A good performance was identified for the indicators of accidents involving pedestrians and cyclists, and urban facilities (schools). Therefore, it was possible to conclude that the methodology adopted showed potential for identifying positive and negative points in the local transport system, and can be used to assist the public authorities in defining strategies to improve sustainable urban mobility in the municipality.*

### RESUMEN

El sistema de movilidad de una ciudad tiene un impacto directo en la calidad de vida de la población, implicando la forma en que los ciudadanos disfrutan del derecho de ir y venir, así como la posibilidad de acceder a los servicios básicos. En ese contexto, el objetivo del presente estudio es evaluar el índice de movilidad urbana sostenible para el municipio de São Mateus, ES, de 2013 a 2020, en las dimensiones social, económica y ambiental. Para ello, se realizó un levantamiento bibliográfico con el fin de identificar el conjunto de indicadores que mejor se adaptaría al estudio en función de la disponibilidad de datos. Como principales resultados resultantes de la investigación, se identificó una media para el Índice Global de Movilidad Urbana Sostenible de 0,5146, resultado positivo dentro de la escala evaluada (entre 0 y 1), destacando el buen desempeño obtenido para la dimensión social (0,6678). En cuanto a los indicadores, se observó un desempeño deficiente en cuanto a las inversiones públicas, gasto familiar en el sector transporte y uso de combustibles alternativos y energías limpias. Se identificó un buen desempeño para los indicadores de accidentes de peatones y ciclistas, y equipamientos urbanos (escuelas). Por lo tanto, fue posible concluir que la metodología adoptada mostró potencial para identificar puntos positivos y negativos en el sistema de transporte local y puede ser utilizada para ayudar a las autoridades públicas a definir estrategias para mejorar la movilidad urbana sostenible en el municipio.



## INTRODUÇÃO

A Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável, contempla dezessete objetivos e cento e sessenta e nove metas, destacando-se no décimo primeiro objetivo, “Cidades e comunidades sustentáveis”, metas para assegurar o acesso de todos a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível, além de melhorar a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos (United Nations General Assembly, 2015). Dessa forma, assegurar uma infraestrutura de transporte urbano que seja inclusiva, eficiente e favorável ao meio ambiente é um fator essencial para o desenvolvimento das cidades (Damidavičius, Burinskienė, & Ušpalytė-Vitkūnienė, 2019).

A questão da mobilidade urbana sustentável deve ser bem estabelecida, nas legislações nacionais e diretrizes internacionais (Marletto & Mameli, 2012), sendo primordial compreender que a mobilidade urbana de uma cidade não trata-se apenas de investimentos a respeito dos modos de transporte, mas também do entendimento de como a cidade funciona, e de como os cidadãos exercem o seu direito de ir e vir, e se conseguem usufruir de direitos básicos, como acesso à saúde, à educação e ao trabalho (Guimarães, Pasqualetto, & Cunha, 2021). Neste contexto, vale destacar a Lei Federal nº 12.587 (2012) que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana.

Guimarães, Pasqualetto e Cunha (2021) destacam que o direito do cidadão de usufruir de um bom sistema de mobilidade urbana foi lesado durante anos por abordagens políticas direcionadas para a valorização do transporte motorizado particular. Dessa forma, o considerável crescimento da demanda por meios de transporte e a concentração de veículos motorizados nas áreas urbanas contribuem para a sobrecarga do sistema, levando a intensos congestionamentos, acidentes rodoviários e ao aumento da emissão de gases ligados ao efeito estufa, impactando na perda da qualidade de vida, produtividade e saúde (Regmi, 2020), sendo a falta de mobilidade destacada como uma dificuldade encontrada pela população que reside em cidades brasileiras (Netto & Ramos, 2017).

O estudo desenvolvido por Pereira, Branchi e Ferreira (2021) destaca que o aumento na tarifa e a deterioração do serviço de transporte público diminuem o uso do transporte coletivo. Assim, a compreensão da dinâmica de mobilidade urbana é de grande importância, uma vez que envolve questões como bem estar, produtividade, poluição, engenharia de transportes, políticas públicas e também desenvolvimento local (Pero & Stefanelli, 2015).

A avaliação da mobilidade urbana requer a aplicação de metodologias integrando diferentes métricas (Vidović, Šoštarić, & Budimir, 2019). Neste cenário, indicadores de desenvolvimento sustentável são destacados pela *United Nations Sustainable Development* (1992) como uma forma consolidada para a tomada de decisões e para contribuir com a sustentabilidade. Contudo, embora exista um número crescente de medidas e projetos voltados as questões de mobilidade sustentável, a comparação dos seus resultados não é algo simples, uma vez que não existe um conjunto único de ferramentas e indicadores que possam ser aplicados de forma global a fim de garantir uma avaliação holística e que facilite a replicabilidade das melhores práticas (Gillis, Semanjski, & Lauwers, 2016), uma vez que cada cidade possui características únicas a serem consideradas nas avaliações (Diez, Lopez-Lambas, Gonzalo, Rojo, & Martinez, 2018).



O estudo desenvolvido por Behr, Corso, Nascimento e Freitas (2013) ressalta a crescente utilização de indicadores de sustentabilidade vinculados a mobilidade urbana e associados as dimensões social, econômica e sustentável. Neste contexto, Costa, Neto e Bertolde (2017) realizaram o levantamento dos principais indicadores abordados nas publicações sobre mobilidade urbana, sendo identificada como uma metodologia amplamente difundida nos últimos anos o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável. Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável foi elaborado por Costa (2008) e consiste no levantamento de oitenta e sete indicadores que são distribuídos nas três dimensões da sustentabilidade, sendo elas a social, econômica e ambiental, permitindo que seja possível realizar uma análise quali-quantitativa dos aspectos pertinentes a mobilidade.

O Índice de Mobilidade Urbana Sustentável vem sendo elaborado e adaptado de acordo com as características do local de aplicação e disponibilidade de dados para as variáveis de estudo. No estudo de Miranda e Silva (2012), os autores realizaram a aplicação de um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável na cidade de Curitiba – PR, buscando averiguar se os resultados obtidos confirmariam a presença de características positivas quanto a mobilidade sustentável da cidade, uma vez que partiram da consideração de que Curitiba é reconhecida mundialmente pela qualidade no planejamento urbano e sistemas de transporte. Os resultados decorrentes da pesquisa levaram a um valor de 0,747 para o índice global, confirmando a boa capacidade do índice no reconhecimento dos pontos fortes, sendo destacado o bom desempenho para os indicadores associados a acessibilidade aos serviços, despesas com transporte, investimentos em infraestrutura de transporte e sistemas de integração. Além disso, foi possível identificar quais aspectos poderiam ser melhorados, sendo destacados o fraco desempenho relativo aos indicadores de taxa de motorização e ocupação dos veículos, algo que segundo os autores trata-se de um problema global.

Por sua vez, na pesquisa desenvolvida por Machado, Dominguez e Mikusova (2012), foram analisados indicadores de sustentabilidade para dez municípios da região metropolitana de Porto Alegre – RS. Os autores destacaram a percepção de incapacidade das prefeituras na obtenção de informações das operadoras de transporte coletivo, sendo então adotado no trabalho um número reduzido de indicadores, mas que, segundo os autores, não afetou a qualidade dos resultados mensurados. Como decorrência do estudo, observou-se que o município de Porto Alegre apresentou o melhor desempenho, sendo algo já esperado em virtude de que a capital oferece maior mobilidade e infraestrutura. A cidade de Eldorado obteve o pior desempenho dentre as analisadas, sendo isto consequência da má performance dos indicadores acidentes com morte, oferta de transporte coletivo e intermodalidade, todos pertencentes a dimensão social.

Adicionalmente, Abdala e Pasqualetto (2013) investigaram o comportamento do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável para a cidade de Goiânia, sendo encontrado um resultado global de 0,659 que comprovou a existência de indicadores com contribuição positiva, mas que em contrapartida, revelou também pontos a serem melhorados. Dentre as dimensões analisadas no estudo a dimensão social se sobressaiu as demais. Por sua vez, a dimensão ambiental teve o menor desempenho, sendo destacado o indicador de uso de energia limpa e combustíveis alternativos na contribuição deste cenário.



Outro estudo que merece destaque foi desenvolvido por Kureke e Bernardinis (2019), o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável foi adaptado para cidades de médio porte, sendo aplicado para uma cidade da região metropolitana do Paraná. Identificou-se na pesquisa um resultado global de 0,331 considerado como ruim, mas que mostrou que o índice pode constituir como uma boa ferramenta para o monitoramento da mobilidade. Os autores destacaram como deficiências a falta de realização de pesquisas Origem-Destino, carência de frotas que utilizassem energia limpa e combustíveis alternativos, e a falta de infraestrutura para modos não motorizados. A falta de realização de pesquisas Origem-Destino também foi mencionada no trabalho de Monteiro e Plaza (2019), onde os autores avaliaram o índice de mobilidade urbana sustentável como ferramenta capaz de diagnosticar a situação dos modos não motorizados para a cidade de São Mateus, ES. No estudo mencionado, foi obtido um valor de 0,420 para o índice global, considerado abaixo do valor médio na escala avaliada, indicando assim, a necessidade de revisão de aspectos da mobilidade voltados aos modos não motorizados, com base nos princípios básicos da sustentabilidade.

Dessa forma, os indicadores de mobilidade urbana sustentável colaboram para a avaliação da qualidade da mobilidade urbana sustentável em cada cidade, e contribuem na formulação das melhores práticas a serem implementadas pelos entes públicos (Perra, Sdoukopoulos, & Pitsiava-Latinopoulou, 2017). Assim, este trabalho tem por objetivo avaliar o índice de mobilidade urbana sustentável para a cidade de São Mateus-ES no período de 2013 a 2020, a partir das dimensões social, econômica e ambiental.

## **METODOLOGIA**

O presente estudo aplica-se a cidade de São Mateus localizada na região norte do estado do Espírito Santo, com população estimada de 134.629 habitantes, densidade demográfica de aproximadamente 57,4 hab/km<sup>2</sup> em 2021 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2022), e renda per capita de R\$ 17.247,83 no ano de 2020 (Portal da Indústria, ES, 2022).

O embasamento metodológico do estudo iniciou-se com a realização do levantamento bibliográfico, sendo a literatura de pesquisa orientada para a seleção dos critérios usados na escolha de indicadores de avaliação e monitoramento. Um dos fatores primordiais levado em consideração nesta etapa foi a disponibilidade e mensurabilidade dos dados, conforme apontado nos estudos de Joumard, Gudmundsson e Folkesson (2011) e Haghshenas e Vaziri (2012). A disponibilidade dos dados é um fator limitante para o processo de seleção (Machado, Dominguez, & Mikusova, 2012), e o número de indicadores se modifica diante das especificidades de cada estudo de caso, devendo a seleção final manter um equilíbrio entre facilidade e integridade (Litman, 2007; Munier, 2011). Monteiro e Plaza (2019) destacam que a disponibilidade de dados para desenvolvimento de estudos no âmbito dos transportes é escassa e de difícil acesso, em especial em municípios de pequeno e médio porte, como é o caso de São Mateus. Tendo isto em vista, e diante das possibilidades analisadas para realização do presente estudo, optou-se pela utilização do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável realizando a adequação do número de indicadores que compõe o índice, conforme indicado por Costa (2008) e aplicado nos estudos de Machado, Dominguez e Mikusova (2012), Ferraz, Cella, Domingos, Guarda e Sanches, (2020) e Pereira, Branchi e Ferreira (2021).



A base de dados contempla o período de 2013 a 2020, sendo esse período escolhido pela disponibilidade de informações a respeito das variáveis de interesse descritas no Quadro 1. As principais bases para a obtenção de informações foram as dos sistemas do Departamento Estadual de Trânsito do Espírito Santo (DETRAN/ES, 2022), da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2022), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2022), do Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo (TCEES, 2022) e do Ministério da Infraestrutura (2022). Em virtude de não ter sido possível o contato com a Secretaria de Infraestrutura e Transporte, e com a operadora do transporte coletivo da cidade, dados referentes a tarifa praticada no transporte coletivo urbano foram extraídos de notícias de jornais a nível nacional e local, sendo eles G1 (2013), Gazeta Online (2016), Século Diário (2017), TC online (2018), A Gazeta (2020), Diário do Transporte (2020) e TC online (2020).

Diante do exposto, o estudo analisou oito indicadores divididos em três dimensões da sustentabilidade, social, econômica e ambiental, atribuindo-se a cada indicador um caráter positivo ou negativo, conforme sua relação para o desenvolvimento urbano sustentável. O detalhamento da origem dos dados e contribuição dos indicadores é apresentado no Quadro 1.

Posteriormente, foram calculados os índices ( $I_i$ ) em cada uma das dimensões da sustentabilidade para cada ano de análise, sendo utilizada a Equação 1 para os indicadores com relação positiva, e a Equação 2 para os indicadores com relação negativa, conforme metodologia adaptada dos estudos de Martins e Cândido (2008) e Feroni e Galvão (2020) para acompanhar o comportamento dos indicadores ano a ano.

$$I_i = \frac{(x - m)}{(M - m)} \quad \text{(Equação 1)}$$

$$I_i = \frac{(M - x)}{(M - m)} \quad \text{(Equação 2)}$$

Onde:  $I_i$ : Índice para cada indicador apresentado no Quadro 1, calculado para cada ano;  $x$ : Valor do indicador no ano;  $m$ : Valor mínimo do indicador;  $M$ : Valor máximo do indicador.

Os resultados obtidos para os índices foram avaliados conforme a escala (entre 0 e 1) adaptado do estudo de Martins e Cândido (2008), na qual são considerados os níveis: (i) Crítico, variando de 0,0000 a 0,2500 (cor vermelha); (ii) Alerta, variando de 0,2501 a 0,5000 (cor laranja); (iii) Aceitável, variando de 0,5001 a 0,7500 (cor verde); e (iv) Ideal, variando de 0,7501 a 1,000 (cor verde escuro). Essa metodologia foi escolhida por facilitar a comparação visual do comportamento dos indicadores ano a ano.

Na sequência, de posse dos valores dos índices para cada indicador, estes foram submetidos ao cálculo da média aritmética simples para identificar o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável de cada dimensão, social, econômica e ambiental, e por fim, um índice global.



**Quadro 1.** Descrição dos indicadores de mobilidade urbana sustentável considerados.

Dimensão	Tema	Indicador	Descrição do indicador	Impacto	Fonte	Período
Social	Acidentes de Trânsito	Acidentes de trânsito com morte	Nº de mortes em acidentes de trânsito por 100.000 habitantes	Negativo	Detran/ES, Ministério da Infraestrutura	2013-2020
		Acidentes com pedestres e ciclistas	% de acidentes de trânsito envolvendo pedestres e ciclistas	Negativo	Detran/ES, Ministério da Infraestrutura	2013-2020
Econômica	Planejamento de infraestrutura urbana	Equipamentos urbanos (escolas)	Nº de escolas em nível infantil e fundamental por 100.000 habitantes	Positivo	INEP	2013-2020
	Captação e gerenciamento de recursos	Investimentos Públicos no setor de transportes	% de gastos em transporte dividido pelo PIB municipal	Positivo	TCE-ES	2013-2020
	Política tarifária	Orçamento familiar gasto com transporte	Valor gasto mensalmente pelo trabalhador em passagens de ônibus (considerando 20 dias úteis, ida e volta) dividido pelo valor do salário mínimo	Negativo	Notícias de jornais	2013-2020*
Ambiental	Recursos Naturais	Consumo de combustíveis fósseis	Nº de litros de gasolina e diesel consumido por habitante	Negativo	ANP	2013-2020
		Uso de energia limpa e combustíveis alternativos	Nº de litros de álcool hidrico consumido por habitante	Positivo	ANP	2013-2020
	Transporte Individual	Índice de motorização	Nº de automóveis registrados por 1000 habitantes	Negativo	Detran/ES	2013-2020

Fonte: Autores, 2022.

\*Nota: Para o ano de 2014 não havia dados sobre a tarifa de transporte aplicada, dessa forma foi utilizada a interpolação para indicar o valor na série.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta abaixo as dimensões e a classificação dos índices calculados ao longo dos anos.

**Tabela 1.** Classificação dos indicadores de mobilidade urbana sustentável considerados.

Dimensão	Indicador	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Social	Acidentes de trânsito com morte	0,0000	0,2600	0,9150	0,8110	0,6540	0,9910	1,0000	0,7910
	Acidentes com pedestres e ciclistas	0,8306	0,0000	0,8670	0,7390	0,1370	0,8430	0,8470	1,0000
Econômica	Equipamentos urbanos (escolas)	0,9069	1,0000	0,7960	0,8230	0,6900	0,8250	0,6170	0,0000
	Investimentos públicos no setor de transportes	0,0293	0,2660	0,0000	0,1290	0,0300	0,1640	0,2410	1,0000
	Orçamento familiar gasto com transporte	0,0236	0,0000	0,1410	0,4780	1,0000	0,5120	0,3450	0,4300
Ambiental	Consumo de combustíveis fósseis	0,3120	0,0000	0,3170	0,5180	1,0000	0,6660	0,5360	0,5240
	Uso de energia limpa e combustíveis alternativos	0,2752	0,2690	1,0000	0,0000	0,2030	0,4710	0,3970	0,4140
	Índice de motorização	1,0000	0,7120	0,5010	0,4660	0,5090	0,3310	0,1500	0,0000

Fonte: Autores, 2022.



A dimensão social foi composta pelos indicadores acidentes de trânsito com mortes, e acidentes de trânsito com pedestres e ciclistas. Quanto ao resultado para o indicador acidentes de trânsito com mortes, este apresentou nível crítico no ano de 2013, e nível ideal máximo no ano de 2019. Dentro da escala temporal analisada o ano de 2014 apresentou nível de alerta e os demais foram classificados como aceitáveis ou ideais. Apesar desse indicador mostrar uma tendência de melhora ao longo dos anos, o Portal da Indústria (2022) destaca que o número de óbitos em acidentes de transportes terrestres em relação a população estimada é maior para a cidade de São Mateus nos anos de 2021 (36,75) e 2020 (35,79), quando comparado ao restante do estado do Espírito Santo nesses mesmos anos (20,29 para 2021 e 22,36 para 2020).

Em relação ao indicador acidentes de trânsito com pedestres e ciclistas, um nível crítico foi registrado no ano de 2014, sendo identificado outro nível crítico também no ano de 2017. O ano de 2016 apresentou resultado considerado aceitável e os demais anos receberam classificação ideal. De modo geral, o comportamento destes indicadores foi consideravelmente bom, assemelhando-se ao encontrado no estudo de Abdala e Pasqualetto (2013). Segundo Costa (2008) estes indicadores são socialmente relevantes em virtude de constituírem um fator de iniquidade, já que afetam principalmente os grupos mais vulneráveis, tais como crianças, idosos, pedestres e ciclistas. Ademais, associam-se ainda a boas ou más condições viárias e de infraestrutura. Além disso, Pereira, Morais e Ferreira (2012) complementam que os acidentes de trânsito constituem em uma manifestação de violência social, devendo ser tratados também como uma questão de saúde pública. Adicionalmente, a cidade de São Mateus é cortada pela BR-101, e o estudo de Nogueira, Lee e Rissino (2018), mostrou trechos considerados críticos pelos autores, composto, entre outras características, por pista reta (condutores mais desatentos) e faixa dupla contínua o que indica proibição da ultrapassagem, com a maior ocorrência de acidentes de trânsito situados nos dias próximos e durante o final de semana.

Na dimensão econômica foram avaliados os indicadores, equipamentos urbanos (escolas), investimentos públicos no setor de transportes e o orçamento familiar gasto com transporte. A respeito dos investimentos públicos no setor de transportes, o nível ideal foi obtido no ano de 2020. O ano de 2014 apresentou nível de alerta e os demais anos obtiveram resultados críticos. O resultado obtido mostrou semelhança com o encontrado por Pereira, Branchi e Ferreira (2021), uma vez que os autores observaram a predominância de valores abaixo da escala intermediária para o indicador. Neste contexto, Erhart e Palmeira (2006) apontaram em seu estudo que a área de transporte pode ocasionar grandes limitações para o crescimento e expansão da economia brasileira, tendo fundamentação na insuficiência de investimentos no setor de transporte. Bertussi e Junior (2012) complementam que os investimentos públicos no setor de transporte atuam de forma positiva sobre o desempenho econômico de longo prazo dos estados brasileiros contribuindo para a redução de desigualdades, sendo então de grande importância para o desenvolvimento regional no país. Adicionalmente, segundo o Portal da Indústria (2022) o percentual da malha rodoviária pavimentada e duplicada no município em relação ao total de rodovias do local é menor para o município de São Mateus nos anos de 2021 (65,83) e 2020 (65,82), quando comparado ao restante do estado do Espírito Santo nesses mesmos anos (69,26 para 2021 e 68,90 para 2020).



Para o indicador orçamento familiar gasto com transporte, o nível ideal foi alcançado no ano de 2017, e os anos de 2013, 2014 e 2015 foram classificados como críticos. Em 2018 foi observado um nível aceitável, enquanto em 2016, 2019 e 2020 identificou-se níveis de alerta. De modo geral, este indicador apresentou um comportamento ruim na série temporal analisada, mostrando a existência de um desequilíbrio entre a tarifa praticada no transporte coletivo e a renda. Segundo dados do Portal da Indústria (2022), o município de São Mateus apresentou renda per capita anual de R\$ 17.247,83 e R\$ 16.002,58 nos anos de 2020 e 2021 respectivamente, enquanto a renda per capita média no estado do Espírito Santo foi de R\$ 25.152,88 e R\$ 25.983,58 nos mesmos anos em questão, refletindo um sinal de alerta para os gestores municipais. Além disso, vale salientar que, dentro da série temporal analisada, a porcentagem do salário gasto mensalmente com passagens pelo trabalhador para fazer o percurso de ida e volta girou entre 10% e 12% ao longo dos anos, um valor consideravelmente expressivo. Similarmente, a política tarifária também mostrou um desempenho ruim na pesquisa elaborada por Soares, Candido, Sanches e Riva (2017), sendo destacado pelos autores a responsabilidade do poder público municipal na mediação para se alcançar melhores desempenhos.

Por sua vez, o indicador equipamentos urbanos (escolas) apresentou níveis aceitáveis e ideais para todos os anos, com exceção do ano de 2020 que apresentou o nível crítico. De acordo com Costa (2008) o indicador equipamentos urbanos (escolas) demonstra relevância econômica ao passo que o aumento do nível educacional favorece o aumento dos níveis de renda, e que o desenvolvimento da infraestrutura contribui para um melhor dinamismo econômico, atuando também na geração de empregos. Vasconcellos (2016) comenta que as pessoas envolvidas com o trabalho e escolas são as que mais efetuam deslocamentos nas cidades, desse modo, a existência e distribuição física da rede de ensino possui influência direta com a mobilidade.

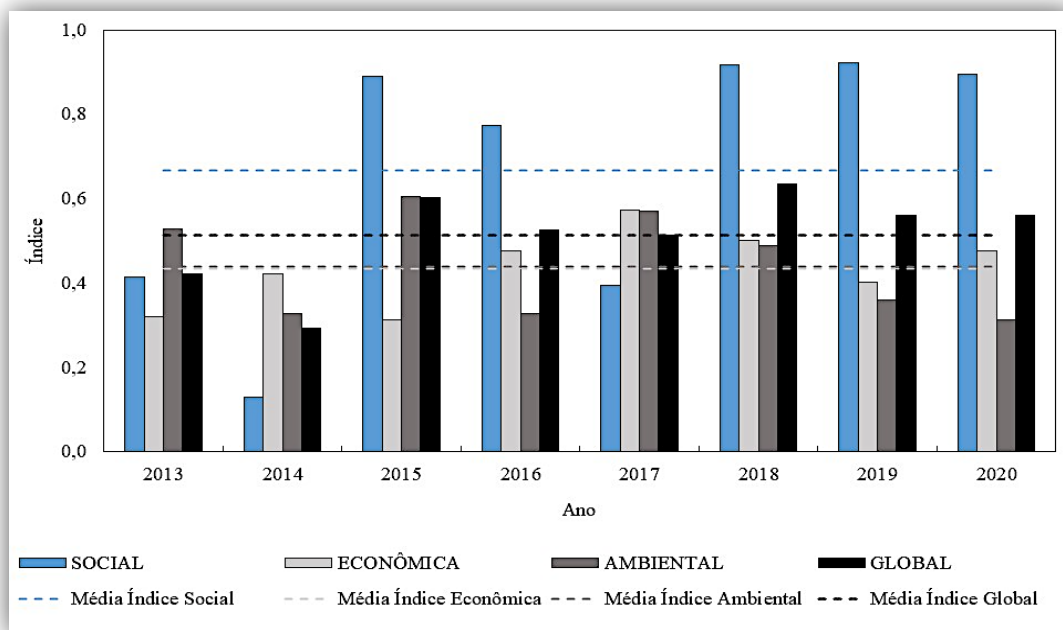
Quanto a dimensão ambiental, esta foi integrada pelos indicadores consumo de combustíveis fósseis, uso de energia limpa e combustíveis alternativos e, índice de motorização. Os níveis críticos e ideais (extremos) foram encontrados respectivamente nos anos de 2014 e 2017, para o uso de combustíveis fósseis; 2016 e 2015, para o uso de uso de energia limpa; 2020 e 2013 para o índice de motorização. Tanto para o uso de combustíveis fósseis quanto para o índice de motorização houve a predominância dos níveis de aceitável, enquanto para o uso de combustíveis alternativos predominou o nível de alerta e crítico. Este cenário serve de alerta para a necessidade de implantação de políticas de incentivo ao uso do transporte coletivo na cidade, bem como campanhas para fomentar o uso de combustíveis alternativos. Segundo Costa (2008), a alta taxa de motorização e elevado consumo de combustíveis fósseis afetam o meio ambiente de forma substancial, pelo uso do solo, emissão de gases do efeito estufa, poluição do ar, aumento dos níveis de ruídos e aumento da segregação e fragmentação urbana, enquanto a utilização de energia limpa caminha no sentido oposto, minimizando a emissão de gases, melhorando a relação consumo e eficiência, e contribuindo para a melhoria da saúde humana.

Como última etapa dos resultados foram realizados os cálculos para obtenção dos Índices de Mobilidade Urbana Sustentável por dimensão e também global por ano, sendo estes apresentados na Figura 1.





**Figura 1.** Índices por dimensões e índices globais anuais de mobilidade urbana sustentável para a cidade de São Mateus, ES.



Fonte: Autores, 2022.

Dentre as dimensões analisadas a que obteve o maior índice médio no período foi a social (0,6678), corroborando ao apontado nos estudos de Silva, Costa e Macedo (2008) e Abdala e Pasqualetto (2013).

Quanto ao índice para a dimensão econômica, a média geral foi de 0,4354, sendo o ponto de melhor desempenho em 2017 (0,5735), e o pior resultado em 2015 (0,3125). A dimensão econômica apresentou os resultados mais baixos dentre as analisadas, o que ocorreu também em Silva, Costa e Macedo (2008) e Assunção e Sorratini (2012). Sendo assim, deve-se realizar maiores investimentos no setor de transportes no âmbito municipal, o que refletirá na qualidade da manutenção e expansão das redes de transporte.

Em relação ao índice associado a dimensão Ambiental, a média no período analisado foi 0,4404, tendo o ano de 2015 com melhor resultado (0,6060). Observando a Figura 1, é possível notar uma tendência decrescente a partir de 2017 até 2020, que foi o ano com pior desempenho para o índice calculado (0,3127). Dentro desta dimensão aponta-se a participação negativa do indicador taxa de motorização nos últimos anos, mencionado anteriormente também no estudo de Miranda e Silva (2012). Adicionalmente, assim como ocorreu na pesquisa de Kureke e Bernardinis (2019), a falta de uso de combustíveis alternativos contribuiu de forma negativa para o índice da dimensão ambiental. Este comportamento desperta um alerta quanto aos indicadores que compõe a dimensão, sendo importante a atenção e atuação do poder público para que este quadro não se agrave.

Por fim, é possível observar pela Figura 1 que o melhor resultado obtido para o índice global ocorreu no ano de 2018 (0,6355), e o pior no ano de 2014 (0,2930). A média geral para o índice global foi 0,5146. No trabalho de Monteiro e Plaza (2019), onde os autores avaliaram o índice de mobilidade urbana sustentável para a cidade de São Mateus, a partir do domínio modos não



motorizados e com a metodologia descrita em Costa (2008), o índice global foi igual a 0,4200, indicando que o município precisa dar maior atenção a alguns indicadores que apresentaram baixo desempenho no período estudado no presente trabalho, proporcionando um incentivo para a população utilizar o transporte público e alternativo de qualidade e seguro, acarretando assim na melhoria da mobilidade urbana sustentável na região.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo foram investigados indicadores de mobilidade urbana sustentável para a cidade de São Mateus-ES no período de 2013-2020. Com o estudo foi possível identificar em quais indicadores o município mostrou melhor desempenho no período avaliado, sendo eles, acidentes com pedestres e ciclistas, e equipamentos urbanos e escolas; e em quais são necessárias melhorias imediatas destacando-se investimentos públicos no setor de transportes, orçamento familiar gasto com transporte e consumo de energia limpa e combustíveis alternativos. Tendo isto em vista, recomenda-se o acompanhamento da evolução dos indicadores para a implantação de projetos sociais que conscientizem a população a respeito dos aspectos pertinentes a mobilidade urbana sustentável, bem como o estabelecimento de políticas públicas voltadas para utilização racional dos recursos, fortalecendo assim os pontos positivos e mitigando as características negativas mencionadas no estudo.

A dimensão que mostrou melhor desempenho médio no período foi a social (0,6678), seguida da ambiental (0,4404) e por último a dimensão econômica (0,4354). A média para o índice global foi de 0,5146. Este fato ressalta a importância e contribuição do estudo como uma possível fonte de auxílio aos agentes sociais para traçarem planos voltados a melhoria da mobilidade urbana sustentável abrangendo as três dimensões.

Sugere-se que o município mantenha um banco de dados atualizado a respeito das variáveis que vem sendo utilizadas nos indicadores de mobilidade urbana sustentável, uma vez que uma das dificuldades na realização do presente trabalho foi adquirir informações sobre as variáveis de interesse. Além disso, sugere-se ainda a expansão do campo de estudo para outros municípios do Espírito Santo, o que possibilitaria a comparação com cidades mais próximas e inseridas em contextos similares.

### REFERÊNCIAS

A Gazeta. (2020). *Após decisão judicial, passagem de ônibus em São Mateus é reajustada*. Recuperado de <https://www.agazeta.com.br>

Abdala, I. M. R. & Pasqualetto, A. (2013). Índice de Mobilidade Urbana Sustentável em Goiânia como ferramenta para políticas públicas. *Cadernos Metrópole*, 15(30), 489-511.

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. (2022). *Vendas de derivados de petróleo e biocombustíveis*. Recuperado de <https://www.gov.br/anp>

Assunção, M. A. & Serratini, J. A. (2012, novembro). Cálculo e análise de indicadores de mobilidade urbana: o caso de Uberlândia. *Anais do Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes*, Joinville, SC, Brasil.

Behr, A., Corso, K. B., Nascimento, L. F., & Freitas, H. (2013). Mobilidade urbana sustentável e o uso de tecnologias de informação móveis e sem fio: em busca de alternativas para a cidade de Porto Alegre/RS. *Gestão Contemporânea*, 10(14), 61-90.



- Bertussi, G. L. & Junior, R. E. (2012). Infraestrutura de transporte e crescimento econômico no Brasil. *Journal of Transport Literature*, 6 (4), 101-132.
- Costa, M. D. S. (2008). *Um índice de mobilidade urbana sustentável* (Tese de doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos-USP, São Carlos, SP, Brasil.
- Costa, P. B., Neto, G. C. M., & Bertolde, A. I. (2017). Urban mobility indexes: A brief review of the literature. *Transportation Research Procedia*, 25, 3645-3655.
- Damidavičius, J., Burinskienė, M., & Ušpalytė-Vitkūnienė, R. (2019). A monitoring system for sustainable urban mobility plans. *Baltic journal of road and bridge engineering*, 14(2), 158-177.
- Departamento Estadual de Trânsito do Espírito Santo. (2022). *Anuários*. Recuperado de <https://detran.es.gov.br>
- Diário do Transporte. (2020). *São Mateus (ES) terá ônibus mais caro a partir de segunda-feira, 10*. Recuperado de <https://diariodotransporte.com.br>
- Diez, J. M., Lopez-Lambas, M. E., Gonzalo, H., Rojo, M., & Garcia-Martinez, A. (2018). Methodology for assessing the cost effectiveness of Sustainable Urban Mobility Plans (SUMP). The case of the city of Burgos. *Journal of Transport Geography*, 68, 22-30.
- Erhart, S. & Palmeira, E. M. (2006). Análise do setor de transportes. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, 71.
- Feroni, R. de C. & Galvão, E. S. (2020). Sustainable development indicators assessment for the city of Anchieta-ES Brazil at different times of the local economy. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 27(6), 524-533.
- Ferraz, L. J. B., Cella, A. M., Domingos, R. M. A., Guarda, E. L. A., & Sanches, J. C. M. (2020). Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) para os Aspectos Ambientais e Modos não Motorizados em Sinop-MT. *ES Engineering and Science*, 9(1), 45-61.
- G1. (2013). *Passagem de ônibus fica R\$ 0,05 mais barata em São Mateus, ES*. Recuperado de <https://g1.globo.com>
- Gazeta Online. (2016). *Passagem de ônibus fica mais cara em São Mateus*. Recuperado de <https://www.gazetaonline.com.br>
- Gillis, D., Semanjski, I., & Lauwers, D. (2016). How to monitor sustainable mobility in cities? Literature review in the frame of creating a set of sustainable mobility indicators. *Sustainability*, 8(1), 29.
- Guimarães, B. R., Pasqualetto, A., & Cunha, J. P. S. (2021). A vital necessidade da mobilidade urbana nas cidades brasileiras. *Revista GeoSertões*, 6(11), 65-88.
- Haghshenas, H. & Vaziri, M. (2012). Urban sustainable transportation indicators for global comparison. *Ecological Indicators*, 15(1), 115-121.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). *Panorama Cidades*. Recuperado de <https://cidades.ibge.gov.br>
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2022). *Catálogo de escolas*. Recuperado de <https://inepdata.inep.gov.br>
- Joumard, R., Gudmundsson, H., & Folkesson, L. (2011). Framework for assessing indicators of environmental impacts in the transport sector. *Transportation research record*, 2242(1), 55-63.



**Citação (APA):** Oliveira, V. A. de & Feroni, R. de C. (2022). Avaliação de Índices de Mobilidade Urbana Sustentável para a cidade de São Mateus, ES. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 8(3), 136-148.

Kureke, B. M. C. B. & Bernardinis, M. A. P. (2019). Indicadores de mobilidade urbana sustentável para cidades de médio porte: uma aplicação em cidade de região metropolitana do Paraná. *Brazilian Journal of Development*, 5(9), 13910-13926.

Lei Federal n. 12.587 de 3 de Janeiro de 2012 (2012). Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade. Recuperado de <http://www.planalto.gov.br>

Litman, T. (2007). Developing indicators for comprehensive and sustainable transport planning. *Transportation Research Record*, 2017(1), 10-15.

Machado, L., Dominguez, E. M., & Mikusova, M. (2012). Proposta de índice de mobilidade sustentável: metodologia e aplicabilidade. *Cadernos Metrôpole*, 14(28), 529-552.

Marletto, G. & Mameli, F. (2012). A participative procedure to select indicators of policies for sustainable urban mobility. Outcomes of a national test. *European Transport Research Review*, 4(2), 79-89.

Martins, M. F. & Cândido, G. A. (2008). Índice de Desenvolvimento Sustentável–IDS dos Estados brasileiros e dos municípios da Paraíba. *João Pessoa: Edições SEBRAE*.

Ministério da Infraestrutura. (2022). *Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito*. Recuperado de <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/docs/renaest>

Miranda, H. F. & Silva, A. N. R. (2012). Benchmarking sustainable urban mobility: The case of Curitiba, Brazil. *Transport Policy*, 21, 141-151.

Monteiro, L. Z. C. & Plaza, C. V. (2019, novembro). Uma Avaliação da Mobilidade dos Modos Não Motorizados: O caso da cidade de São Mateus-ES. *33º Congresso de pesquisa e ensino em transporte da ANPET*, Balneário Camboriú, SC, Brasil, 33.

Munier, N. (2011). Methodology to select a set of urban sustainability indicators to measure the state of the city, and performance assessment. *Ecological Indicators*, 11(5), 1020-1026.

Netto, N. A., & Ramos, H. R. (2017). Estudo da Mobilidade Urbana no contexto brasileiro. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 6(2), 59-72.

Nogueira, F. da S., Lee, L., & Rissino, S. das D. (2018). Descoberta de conhecimento na base de dados aberta da Polícia Rodoviária Federal: Identificação de pontos críticos na Rodovia BR 101 no município de São Mateus/ES. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 4(40), 70-90.

Pereira, L. A. G., Morais, S. D. Q., & Ferreira, W. R. (2012). A Geografia dos Transportes na organização do espaço urbano: mobilidade e acidentes de trânsito. *Caminhos de Geografia*, 13(42), 240-257.

Pereira, R. C., Branchi, B. A., & Ferreira, D. H. L. (2021). Sustainable urban mobility diagnosis: Applicability of a composite index. *Journal on Innovation and Sustainability RISUS*, 12(1), 16-29.

Pero, V. & Stefanelli, V. (2015). A questão da mobilidade urbana nas metrópoles brasileiras. *Revista de Economia Contemporânea*, 19(3), 366-402.

Perra, V. M., Sdoukopoulos, A., & Pitsiava-Latinopoulou, M. (2017). Evaluation of sustainable urban mobility in the city of Thessaloniki. *Transportation research procedia*, 24, 329-336.

Portal da Indústria. (2022). *Indicador de Ambiente de Negócios*. Recuperado de <https://portaldaindustria-es.com.br>



Regmi, M. B. (2020). Measuring sustainability of urban mobility: A pilot study of Asian cities. *Case studies on transport policy*, 8(4), 1224-1232.

Século Diário. (2017). *Justiça exige acessibilidade em toda frota de ônibus municipais em São Mateus*. Recuperado de <https://www.seculodiario.com.br>

Silva, A. N. R.; Costa, M. S.; Macedo, M. H. (2008). Multiple views of sustainable urban mobility: The case of Brazil. *Transport Policy*, 15(6), 350-360.

Soares, C. R. N., Candido, C. R., Sanches, J. C. M., & Riva, R. D. D. (2017, outubro). Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) para os Sistemas de Transporte Urbano em SINOP-MT. *7º Seminário Mato-grossense de habitação de interesse social*, Barra do Bugres, MT, Brasil, 7.

TC online. (2018). *Empresa anuncia aumento de passagem, mas Prefeitura diz não ter sido comunicada*. Recuperado de <https://tconline.com.br>

TC online. (2020). *Passagens mais caras em São Mateus a partir de segunda-feira*. Recuperado de <https://tconline.com.br>

Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo. (2022). *Despesas dos municípios capixabas – Controle externo TCEES*. Recuperado de <https://dados.es.gov.br>

United Nations General Assembly. (2015). *Un General Assembly. Resolution Adopted by the General Assembly on 25 September 2015. A/RES/70/1, Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*.

United Nations Sustainable Development. (1992). *United Nations Conference on Environment & Development, Rio de Janeiro, Brazil, 3 to 14 June 1992, AGENDA 21*.

Vasconcellos, E. A. (2016). Mobilidade cotidiana, segregação urbana e exclusão. In: Balbim, R., Krause, C., Linke, C. C. (Orgs.). *Cidade e Movimento: Mobilidades e Interações no Desenvolvimento Urbano*, Brasília: IPEA:ITDP.

Vidović, K., Šoštarić, M., & Budimir, D. (2019). An overview of indicators and indices used for urban mobility assessment. *Promet-Traffic&Transportation*, 31(6), 703-714.

---

