

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO,
TECNOLOGIAS E SOCIEDADE

ÍNDICE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE MOBILIDADE URBANA - IEEMU:
UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO E MULTIDISCIPLINAR

Sara Di Lorenzo

Orientador (a): Prof.^a. Dr.^a. Josiane Palma Lima

ITAJUBÁ/MG

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO,
TECNOLOGIAS E SOCIEDADE

SARA DI LORENZO

ÍNDICE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE MOBILIDADE URBANA - IEEMU:
UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO E MULTIDISCIPLINAR

Trabalho submetido ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade da Universidade Federal de Itajubá, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de mestre em Desenvolvimento, Tecnologia e Sociedade

Área de concentração: Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade

Linha de pesquisa: Desenvolvimento e Tecnologias

ITAJUBÁ/MG

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO,
TECNOLOGIAS E SOCIEDADE

SARA DI LORENZO

**ÍNDICE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE MOBILIDADE URBANA - IEEMU:
UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO E MULTIDISCIPLINAR**

Dissertação aprovada por banca examinadora
em 19 de junho de 2023, conferindo à autora
o título de Mestre em desenvolvimento,
tecnologia e sociedade

Banca examinadora:

Prof.^a Dr.^a Marcela Barbosa de Moraes
(UNITAU)

Prof.^o Dr.^o Afonso Henriques Moreira Santos
(UNIFEI)

Prof.^a Dr.^a Jeniffer De Nadae (UNIFEI)

ITAJUBÁ/MG

2023

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por sempre estar presente em minha vida e por me fortalecer e me guiar até aqui.

Agradeço à minha mãe, Regina, por todo amor dedicado a mim e a nossa família.

Agradeço ao meu pai, Edson por ser exemplo de determinação e por ter desempenhado tão bem seu papel profissional dentro da UNIFEI.

Agradeço à minha irmã, Christianni, por sempre estar presente ao meu lado.

Agradeço ao meu namorado, Matheus por estar comigo nessa caminhada e ser meu apoio.

Agradeço aos familiares, Ana Julia, Nathália, Elvira, Alcides, Laisa, Elvirinha, Giane e Rosalvo pelo carinho, apoio, e sobretudo, por compreenderem minha ausência nos momentos difíceis.

Agradeço às minha amigas Mariana Paduan, por ter sido meu suporte e não me deixou duvidar do êxito nesta caminhada, e à Roberta, Michelle e Sabrina por sempre estarem ao meu lado, incentivando cada passo.

Agradeço as colegas e aos professores dos programas: Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade (DTecS), Instituto de Engenharia de Produção e Gestão (IEPG) e Instituto de Recursos Naturais (IRN). Vocês foram essenciais para o meu crescimento e por terem me fornecido uma visão tão diferente do que tinha tido até aqui. Tenho certeza de que todo o conhecimento compartilhado contribuiu não só para a minha vida profissional.

Agradeço a toda equipe de trabalho da iX Estudos e Projetos, em especial à Bárbara Flauzino, por toda ajuda compartilhada ao longo do desenvolvimento deste trabalho

Agradeço aos professores Jamil Haddad, Sérgio Bajay, Gilson Krauss e Carlos Aparecido Ferreira por compartilhar experiências profissionais de suma importância para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos que pude fazer no programa DTecS, IEPG e IRN. Em especial à Tássia, Julia, Laryssa, Deborah e Jaíne, que foram companheiras de estudos, seminários, trabalhos e risadas. Agradeço à minha orientadora, Josiane Palma Lima, não só pela orientação, mas também por todo conselho e conhecimento compartilhado, e principalmente por ter me mostrado diversas vezes nesta longa caminhada juntas que eu era capaz.

À esta instituição, UNIFEI, que me acolheu há anos. Sou muito grata a todos funcionários e servidores.

Por fim, agradeço à CAPES e à FAPEMIG pelos incentivos financeiros.

RESUMO

O conceito de mobilidade urbana é um tema muito amplo quando se discute o desenvolvimento urbano e a qualidade de vida da população, e um dos desafios primordiais que as cidades têm enfrentado é a melhoria dessas condições. Além dos problemas relacionados à mobilidade urbana, o setor de transportes é um dos principais consumidores de energia produzida no mundo e responsável por 40% das emissões globais. O transporte rodoviário tem a principal contribuição, respondendo por 72% das emissões totais do setor de transporte e os carros particulares são responsáveis por 60% desse total. Desse modo, há grande relevância em buscar a redução do consumo de energia por meio de medidas de aumento da eficiência energética (EE) para o transporte. Esta pesquisa tem como objetivo desenvolver um Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana (EEMU). O modelo de avaliação tem como base conceitual a metodologia ASI, da SeMob - Secretaria Nacional de Transportes e Mobilidade Urbana (Brasil, 2018a), e está ancorada em três pilares de eficiência energética: eficiência sistêmica, eficiência das viagens e eficiência veicular. A metodologia da pesquisa foi dividida em três etapas: Na etapa 1 realizou-se o desenvolvimento do Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana; na etapa 2 foi realizada a aplicação do Modelo de Avaliação de Desempenho de EEMU no município de São Paulo, e na etapa 3 foi feita a análise de resultados e de sensibilidade. O modelo de EEMU é constituído de uma hierarquia de critérios que compõe os três pilares de Eficiência Energética, 7 temas, 14 iniciativas e 29 atributos. Utiliza-se o método de análise de decisão multicritério, por meio do Processo Hierárquico Analítico (AHP), que possibilitou um estudo estruturado dos critérios de avaliação. A coleta de dados contou com o julgamento de especialistas para o cálculo do grau de importância dos critérios dos níveis da estrutura hierárquica (Pilares, Temas e Iniciativas). Com resultado final pode-se observar que a maioria dos especialistas acredita que para se atingir a eficiência energética para a mobilidade urbana, o pilar de “eficiência sistêmica” é mais importante em relação aos outros pilares. Já a análise final dos atributos referentes aos três pilares reafirmou o referencial teórico sobre a melhoria das condições da mobilidade urbana representa um dos maiores desafios das cidades em todo o mundo. Por fim, a aplicação do modelo de EEMU para a cidade de São Paulo alcançou um Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana de 0,542. A pesquisa tem implicações científicas e práticas. Contribuiu com a elaboração de um modelo de avaliação multidisciplinar e o desenvolvimento de um Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana que pode ser utilizado como um indicador de controle sobre as ações de mobilidade urbana. Em termos práticos a pesquisa possibilitou apontar as iniciativas prioritárias que devem ser pauta de políticas de melhorias no município de São Paulo.

Palavras-chave: Mobilidade Urbana, Eficiência Energética, Modelo de Avaliação, Processo de Hierarquia Analítica.

ABSTRAT

The concept of urban mobility is very broad topic when discussing urban development and the quality of life of the population, and one of the main challenges that cities have been facing is the improvement of these conditions. In addition to problems related to urban mobility, the transport sector's one of the main consumers of energy produced in the world and is responsible for 40% of global emissions. Road transport makes the main contribution, accounting for 72% of the transport sector's total emissions n' private cars are responsible for 60% of this total. Thus, there is great relevance in seeking to reduce energy consumption through measures to increase Energy Efficiency (EE) for transport. This research aims to develop an Energy Efficiency Performance Assessment Model for Urban Mobility (EEMU). The evaluation model is based on the ASI methodology, from SeMob - National Secretariat for Transport and Urban Mobility (Brasil, 2018a), n' is anchored on three pillars of energy efficiency: systemic efficiency, travel efficiency and vehicle efficiency. The research methodology was divided into three stages: In stage 1, the development of the EEMU was carried out; in step 2, the application of the Performance Assessment Model of EEMU in the city of São Paulo was carried out, and in step 3, the analysis of results and sensitivity was carried out. The EEMU model is made up of a hierarchy of criteria that make up the three pillars of Energy Efficiency, 7 themes, 14 initiatives and 29 attributes. The multicriteria decision analysis method is used, through the Analytical Hierarchical Process (AHP), which allowed a structured study of the evaluation criteria. Data collection relied on the judgment of specialists to calculate the degree of importance of the criteria of the levels of the hierarchical structure (Pillars, Themes and Initiatives). With the final result, it can be seen that most specialists believe that in order to achieve energy efficiency for urban mobility, the pillar of "systemic efficiency" is more important than the other pillars. The final analysis of the attributes referring to the three pillars reaffirmed the theoretical framework on improving urban mobility conditions, which represents one of the greatest challenges for cities around the world. Finally, the application of the EEMU model for the city of São Paulo achieved an EE Index for Urban Mobility of 0.542. The research has both scientific and practical implications. It contributed to the elaboration of a multidisciplinary evaluation model and the development of an EE Index for Urban Mobility that can be used as an indicator of control over urban mobility actions. In practical terms, the research made it possible to point out the priority initiatives that should be on the agenda for improvement policies in the city of São Paulo. **Key-words: Urban Mobility, Energy Efficiency, Evaluation Model, Analytical Hierarchy Process.**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Categorias dos tipos de veículos elétricos	23
Figura 2 - Trouvé's electric tricycle - triciclo elétrico	24
Figura 3 - Registros de carros elétricos e participação nas vendas na China, Estados Unidos, Europa e outras regiões, nos anos de 2016-2021.....	26
Figura 4 – Via compartilhada e via segregada ao VLT.....	28
Figura 5 - Capacidade de passageiros de um VLT.....	28
Figura 6 - Quantidade de ônibus elétricos no Brasil	30
Figura 7 - Bus Rapid Transit (BRT) - Quito, Equador.....	31
Figura 8 - Tipos de veículos de micromobilidade.....	33
Figura 9 – Dados de passageiros sobre trilhos em 2019	35
Figura 10 – Sistemas de bicicletas e patinetes compartilhados 2022.....	37
Figura 11 – Eficiência energética na mobilidade urbana	38
Figura 12 - Resultado do Brasil referente aos indicadores de EE do setor de transportes para os 25 países com maior consumo de energia.....	39
Figura 13 - Estratégias para a promoção da EE em transporte	41
Figura 14 - Etiqueta para veículos	46
Figura 15 - Etiqueta para pneus	47
Figura 16 - Trabalho remoto nas cinco principais cidades.....	48
Figura 17 - Metodologia de pesquisa.....	50
Figura 18 - Estrutura hierárquica	53
Figura 19 - Matriz de comparação par a par	53
Figura 20 - Escala de valores utilizada para determinação da importância entre dois elementos da estrutura hierárquica.....	53
Figura 21 - Mapa de localização do município de São Paulo/SP.....	56
Figura 22 - Mapa referente às linhas de ônibus municipais, linhas de metrô e trens metropolitanos e linhas de ônibus intermunicipais, que interligam a cidade aos outros municípios da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP.....	59
Figura 23 - Participação do consumo final por setor	60
Figura 24 - Participação setorial na demanda energética do estado de SP 2005 – 2035.....	61
Figura 25 - Fluxograma da revisão sistemática.....	63
Figura 26 - Etapas para desenvolvimento da leitura dos artigos selecionados.....	64
Figura 27 - Análise dos países referentes às publicações dos artigos.	64
Figura 28 - Temas encontrados para o desenvolvimento do modelo de EEMU	64
Figura 29 - Temas encontrados referentes às publicações dos artigos.....	67
Figura 30 – Composição dos pilares, temas, iniciativas e atributos do modelo de EEMU	70

Figura 31 - Estrutura hierárquica para avaliação de EEMU	71
Figura 32 - Escala de avaliação do modelo de EEMU.....	72
Figura 33 – Formação dos especialistas.....	92
Figura 34 - Exemplo de uma matriz de comparação: matriz 1: pilares de eficiência energética.	96
Figura 35 - Valores referentes à análise dos especialistas para os três pilares.....	97
Figura 36 – Análise da matriz 2: critérios de eficiência sistêmica.....	98
Figura 37 - Análise da matriz 3: subcritérios de planejamento para o transporte sustentável	99
Figura 38 – Análise da matriz 4: subcritérios de políticas públicas.....	100
Figura 39 - Análise da matriz 5: critérios da eficiência das viagens.....	101
Figura 40 - Análise Matriz 6: subcritérios de transporte ativo e micromobilidade.....	101
Figura 41 – Análise da matriz 7: subcritérios de sistema integrados de transporte	102
Figura 42 - Análise da matriz 8: critérios da eficiência veicular.....	103
Figura 43 - Análise matriz 9: subcritérios de sistema de acionamento de veículos.....	103
Figura 44 - Análise da matriz 10: subcritérios de transporte 4.0	104
Figura 45 – Análise geral dos temas referentes aos três pilares de eficiência energética	105
Figura 46 - Análise das iniciativas referentes aos três pilares de eficiência energética.....	105
Figura 47 - Índices parciais de qualidade e avaliação do IQT	109
Figura 48 - Benefícios promovidos pelos parklets.....	114
Figura 49 – Resultado final do IEEMU e os índices dos três pilares.....	142
Figura 50 - Comparativo entre os temas do pilar eficiência sistêmica.....	144
Figura 51 - Análise dos atributos do IEEMU referentes ao pilar de eficiência sistêmica.....	145
Figura 52 - Comparativo entre os temas do pilar eficiência das viagens	146
Figura 53 - Análise dos atributos do IEEMU referentes ao pilar de eficiência das viagens	148
Figura 54 - Comparativo entre os temas do pilar eficiência veicular.....	149
Figura 55 - Comparativo entre os temas do pilar eficiência veicular.....	150
Figura 56 - Cenários de avaliação do índice de EEMU	152

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de constante de escala relativos aos julgamentos do método AHP.....	52
Tabela 2 - Índice de aleatoriedade.....	54
Tabela 3 - Identificação de número de estudos por período de publicação, autor e ano.	66
Tabela 4 – Estrutura final do modelo de avaliação de EEMU	68
Tabela 5 - Estrutura hierárquica para modelo de avaliação de EEMU	69
Tabela 6 - Temas, iniciativas e métricas de desempenho dos atributos do pilar de eficiência sistêmica	73
Tabela 7 - Temas, iniciativas e métricas de desempenho dos atributos do pilar de eficiência das viagens.....	80
Tabela 8 - Temas, iniciativas e métricas de desempenho dos atributos do pilar de eficiência veicular	85
Tabela 9 - Formação, especialização, segmento e atuação dos especialistas	92
Tabela 10 - Estrutura hierárquica do modelo de avaliação de EEMU	93
Tabela 11 - Grau de importância dos pilares, temas e iniciativas.	96
Tabela 12 – Pesos dos atributos referentes aos pilares de eficiência energética.	106
Tabela 13 – Fonte de coleta de dados para análise de desempenho dos atributos.....	108
Tabela 14 - Desempenho de eficiência energética para a mobilidade urbana dos atributos referentes aos três pilares	139
Tabela 15 – Planilha para o cálculo do índice de eficiência energética de mobilidade urbana.....	141
Tabela 16 – Descrição dos cenários de avaliação do índice de EEMU.....	152

LISTA DE SIGLAS

- AHP - *Analytic Hierarchy Process* - Processo de hierarquia analítica
- ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos
- BEV - - *Battery Electric Vehicles* - Veículos Elétricos a Bateria
- BND - Banco Nacional do Desenvolvimento
- BRT - *Bus Rapid Transit* - Ônibus de Trânsito Rápido
- CET - Companhia de Engenharia de Tráfego
- COP 21/UNFCCC - 21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas
- EE – Eficiência Energética
- EEMU - Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana
- FCEV - *Fuel Cell Electric Vehicles* - Veículos Elétricos de Célula de Combustível
- GEE - Gases Efeito Estufa
- GIZ - *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* - Ministério Alemão de Cooperação Econômica
- HEV - *Hybrid Electric Vehicles* - Veículos Elétricos Híbridos
- ICS- Instituto Clima e Sociedade
- IEA - *International Energy Agency* - Agência Internacional de Energia
- IEEMU – Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana
- IEMA - Instituto de Energia e Meio Ambiente
- INEE - Instituto Nacional de Eficiência Energética
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
- ITDP - Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento
- LABMOB - Laboratório de Mobilidade Sustentável
- LEAP - *Long-range Energy Alternatives Planning System* - Sistema de Planejamento de Alternativas de Energia de Longo Alcance
- MCI - Motores de Combustão Interna
- OMS - Organização Mundial da Saúde
- ONU - Organização das Nações Unidas
- PA - Poluentes Atmosféricos
- PBE - Programa Brasileiro de Etiquetagem
- PHEV – *Plug-in Hybrid Electric Vehicle* - Veículos Híbridos plug-in

PIM - *Plan Integral de Movilidad 2019 – 2029* – Plano Amplo de Mobilidade 2019 – 2029

PITU - Plano Integrado de Transportes Urbanos

PMU - Plano de Mobilidade Urbana

PNME - Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica

PNMU - Política Nacional de Mobilidade Urbana

PROMOB-E - Projeto de Mobilidade Elétrica

RPEV - *Road Powered Electric Vehicles* - Veículos elétricos alimentados pela rede elétrica

RSE - Ricerca sul Sistema Energético

SeMob - Secretaria Nacional de Transportes e Mobilidade Urbana

SE-SP - Secretaria de Energia do estado de São Paulo

SMUL - Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento

STEPS - *Stated Policies Scenario* - Cenário de Políticas Declaradas -

STORM - *Intelligent Strategies Towards a Sustainable Mobility* - Estratégia de Mobilidade Sustentável e Inteligente

SUTP - *Sustainable Urban Transport Project* - Projeto de Transporte Urbano Sustentável

TNM - Transporte Não Motorizado

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

VE - Veículo Elétrico

VLTs - Veículos Leves sobre Trilhos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	Justificativa e Problema de Pesquisa.....	18
1.2	Objetivos	21
1.2.1	Objetivos Específicos.....	21
1.3	Estrutura do Texto.....	21
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
2.1	Transportes Eficientes – Eletromobilidade	23
2.1.1	Veículo Leves Elétricos	24
2.1.1.1	Veículos Leves Sobre Trilhos - VLT	27
2.1.2	Veículos Pesados Elétricos.....	29
2.1.2.1	Sistema de Ônibus de Trânsito Rápido (<i>Bus Rapid Transit</i>) – BRT	30
2.1.3	Veículos Levíssimos - Micromobilidade	32
2.2	Transporte Ferroviário Urbano.....	33
2.3	Transporte Não Motorizado (TNM).....	35
2.4	Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana (EEMU).....	37
2.5	Eficiência Energética no Brasil– - Metodologia ASI (Avoid-Shift-Improve)	40
2.6	Experiências Internacionais de Eficiência Energética para o Transporte.....	42
2.7	Descarbonização do Transporte Urbano	44
2.7.1	Hidrogênio Verde: O Combustível do Futuro	44
2.7.2	Acordo Paris.....	45
2.8	Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular e de Pneus.....	45
2.9	Desafios Adaptativos e Perspectivas Relacionados à Pandemia Covid-19.....	47
3	METODOLOGIA DE PESQUISA.....	49
3.1	Classificação da Pesquisa.....	49
3.2	Etapas da Pesquisa	49
3.3	O método AHP	51
3.4	Objeto de Estudo	55
3.4.1	Sistema de Transporte em São Paulo	57
3.4.2	Balço Energético do Estado de São Paulo.....	59
3.4.2.1	Matriz Energética do Estado de São Paulo - 2035	60
4	DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE AVALIAÇÃO DE EEMU	62
4.1	Definição dos Critérios de Avaliação e Estruturação Hierárquica: Pilares, Temas, Iniciativas e Atributos.....	62

4.1.1	Seleção dos Trabalhos e Pesquisa Bibliométrica	62
4.2	Estrutura Hierárquica	69
4.3	Estrutura de Avaliação do Desempenho dos Atributos	72
5	APLICAÇÃO DO MODELO DE AVALIAÇÃO DE EEMU NA ÁREA DE ESTUDO	90
5.1	Definição da Importância dos Critérios de Avaliação.....	91
5.1.1	Matrizes de Avaliação	93
5.1.2	Resultados da Avaliação	96
5.1.3	Cálculo do Grau de Importância dos Atributos (4º Nível)	106
5.2	Análise de Desempenho dos Atributos	107
5.2.1	Desempenho das Iniciativas de Eficiência Sistêmica.....	108
5.2.1.1	Qualidade do Ônibus Tradicional.....	108
5.2.1.2	Projetos para o Ônibus Tradicional	109
5.2.1.3	Qualidade do BRT.....	110
5.2.1.4	Qualidade do Transporte Ferroviário Urbano	111
5.2.1.5	Projetos para o BRT	112
5.2.1.6	Projetos para o Transporte Ferroviário Urbano.....	113
5.2.1.7	Incentivos ao Home office (Teletrabalho).....	113
5.2.1.8	Restrições de Tráfego e Estacionamento.....	114
5.2.1.9	Existência do Plano de Mobilidade Urbana	115
5.2.1.10	Incentivo a Projetos de Modos Ativos de Transporte	115
5.2.1.11	Incentivo a Projetos de Transportes Coletivos	116
5.2.1.12	Propostas para a Mobilidade Sustentável	117
5.2.1.13	Incentivos para Edificações de Uso de Misto.....	118
5.2.1.14	Acessibilidade a Equipamentos Públicos:	120
5.2.1.15	Qualificação do Espaço com Foco no Transporte Público:.....	120
5.2.2	Desempenho das Iniciativas de Eficiência das Viagens	122
5.2.2.1	Projetos para a caminhabilidade	122
5.2.2.2	Projetos cicloviários	123
5.2.2.3	Projetos para a micromobilidade.....	123
5.2.2.4	Campanhas Educativas.....	124
5.2.2.5	Descarbonização do Transporte	126
5.2.2.6	Compartilhamento de bicicletas e outros	127
5.2.2.7	Compartilhamento de Viagens	128
5.2.2.8	Integração dos modos de transportes.....	129
5.2.2.9	Transporte Hidroviário.....	130

5.2.3	Desempenho das Iniciativas de Eficiência Veicular.....	131
5.2.3.1	Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV)	131
5.2.3.2	Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) de pneus.....	132
5.2.3.3	Ônibus Elétricos a Bateria.....	133
5.2.3.4	Ônibus Elétrico Movido a Energia Solar	133
5.2.3.5	Carros Elétricos a Bateria.....	134
5.2.3.6	Carros Híbridos e Híbridos Plug-in.....	135
5.2.3.7	Postos de Recargas para Automóveis.....	135
5.2.3.8	Veículos Autônomos	136
5.2.3.9	Conectividade entre os Veículos	137
5.2.3.10	Veículos com Combustíveis Renováveis	137
5.2.4	Desempenho Final dos Atributos	138
5.3	Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana (IEEMU).....	139
6	ANÁLISE DE RESULTADOS.....	143
6.1	Eficiência Sistêmica	143
6.2	Eficiência das Viagens	145
6.3	Eficiência Veicular	148
6.4	Análise de Sensibilidade	151
6.5	Considerações Finais sobre a Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana em São Paulo 154	
7	CONCLUSÃO	157
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	161
9	ANEXOS	173

1 INTRODUÇÃO

O Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento – ITDP (2019) define a Mobilidade Urbana como condição que permite o deslocamento das pessoas em uma cidade, com o objetivo de desenvolver relações sociais e econômicas, tais como: carros, ônibus, metrô, outros transportes coletivos fazem parte das soluções de mobilidade. A melhoria dessas condições representa um dos maiores desafios das cidades em todo o mundo (TISCHER E POLETTE, 2019). O conceito de mobilidade passou por intensa investigação nos últimos anos culminando no que os pesquisadores chamaram de “novo paradigma de mobilidades” como uma estrutura conceitual projetada para analisar o caráter e a qualidade dos movimentos e fluxos (JUSTIN, 2021).

Um sistema de transporte de passageiros eficiente e eficaz é um grande desafio que possibilita a melhoria da qualidade de vida, pois promove ambientes urbanos habitáveis, bem como modos de transporte, que se complementem funcionalmente (CIESLA *et al.*, 2020). Sistemas de transportes públicos são cruciais para o desenvolvimento de qualquer país, principalmente nos países em desenvolvimento, e dão origem a impactos negativos e graves, como problemas econômicos e ambientais, incluindo congestionamento de tráfego, exclusão social, degradação ambiental (NADEEM *et al.*, 2021).

O desenvolvimento sustentável de uma cidade está diretamente ligado às condições de mobilidade urbana, por isso, é fundamental que os gestores públicos e privados conheçam as percepções dos cidadãos sobre sua mobilidade na cidade (BEBBER *et al.*, 2021). As preocupações relacionadas aos transportes e à mobilidade são de especial interesse para o desenvolvimento urbano sustentável, uma vez que os atuais padrões de mobilidade têm refletido em inúmeras deseconomias para as cidades, além de afetarem de forma direta a qualidade de vida de seus cidadãos (COSTA, 2008). Para uma cidade ser direcionada rumo à sustentabilidade é de suma importância que exista um Plano de Mobilidade Urbana (PMU), priorizando melhorias no sistema de transporte, com respectivas responsabilidades tanto em abordagens nacionais como em práticas locais (BRASIL, 2018a). A elaboração do Plano de Mobilidade Urbana pressupõe um plano estratégico pensado para atingir resultados consistentes, com objetivos definidos para alcançar um modelo de cidade futura “visão”, em um determinado período de tempo, monitorados por indicadores (MACHADO E PICCININ, 2018). O Plano de Mobilidade Urbana é a principal ferramenta para abordar as questões econômicas, sociais e

ambientais na política de transporte na escala urbana a partir de uma perspectiva estratégica de longo prazo (MALTESE *et al.*, 2021).

O setor de transporte é responsável por 40% das emissões globais, sendo que em torno de 70% vêm do transporte rodoviário, e os carros particulares são responsáveis por 60% das emissões do transporte rodoviário (D'ALMEIDA *et al.*, 2021). O transporte rodoviário de pessoas é o principal responsável pelas emissões de gases de efeito estufa (GEE) e, portanto, contribui com parte substancial para o problema do aquecimento global que deve ser levado em consideração (OSKARBSKI *et al.*, 2021). Até o ano de 2030, o tráfego anual de passageiros excederá 80 trilhões de passageiros por quilômetro, um adicional de 1,2 bilhão de carros estará nas estradas até 2050 (BEBBER *et al.*, 2021). O uso excessivo e crescente de energia no setor de transporte é um indicador da ineficiência do sistema. Desse modo, há grande relevância em buscar a redução do consumo de energia por meio de medidas de aumento da eficiência energética no contexto urbano, uma vez que 15% do total da energia em todo mundo destina-se ao transporte urbano de passageiros e de carga. (BRASIL, 2018a).

As fontes de energia limpa estão crescendo, mas ainda representam apenas cerca de um quinto do fornecimento de energia em todo o mundo. Várias são as alternativas para melhorar os problemas ambientais dos transportes e novas tecnologias estão surgindo a cada dia (IEA, 2021).

A Eficiência Energética é uma forma de gerenciar e restringir o crescimento do consumo de energia, de modo que, com um menor consumo energético, seja possível realizar a mesma quantidade de serviço. Para comparação da Eficiência Energética entre as frotas de veículos, é utilizado o cálculo entre a razão e a estimativa do momento de transporte, que é “passageiros transportados x distância média de transporte” dividido pela demanda total de energia, que é a “potência necessária para contemplar o consumo” (BRASIL, 2018a).

A eficiência energética na mobilidade urbana, auxilia na menor emissão de carbono. preocupação com as questões sociais, ambientais e econômicas é uma tendência mundial e dada essa importância, a Organização das Nações Unidas – ONU propõe na Agenda 2030 um pacto global em prol do desenvolvimento sustentável, com principal objetivo de garantir o atendimento às necessidades básicas do cidadão por meio de um processo econômico, político e social que respeite o ambiente e a sustentabilidade. Agenda 2030 é distribuída por 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS e são compostos por 169 metas que devem ser cumpridas até o ano de 2030. (BRASIL, 2020b).

Com relação as tendências para a mobilidade urbana, incluem o desenvolvimento de tecnologias de veículos autônomos, veículos elétricos e infraestrutura de transporte inteligente, mais conhecido como transporte 4.0. Com os avanços nas tecnologias sem fio e de tráfego, o *Intelligent Transportation System* - Sistema de Transporte Inteligente (ITS) tem se apresentado como uma solução viável para resolver esses problemas, implementando um uso mais eficiente das infraestruturas atuais. O uso integrado das tecnologias mencionadas cria conectividade digital rápida, econômica e flexível, que por sua vez, ajuda as organizações a alcançar a tão necessária visibilidade de ponta a ponta (WANG e SARKIS, 2021).

A mobilidade elétrica é uma das soluções mais promissoras para reduzir as emissões de poluentes e de efeito estufa, especialmente em grandes áreas urbanas. No entanto, o problema do congestionamento do tráfego não será resolvido com a introdução dos veículos elétricos, porque o número de veículos em circulação permanece o mesmo (FERRARA *et al.*, 2019). A integração da micromobilidade, que são meios de transporte com menos motorização elétrica, também pode ampliar sua área de captação, aumentar sua acessibilidade e reduzir fenômenos de congestionamento e poluição, tornando as cidades mais habitáveis (FAZIO *et al.*, 2021).

Por sua vez, o transporte hidroviário pode ser uma das alternativas, por ser reconhecido como energeticamente eficiente, com menores níveis de emissão de gases de efeito estufa e grande capacidade de carga quando comparado a outros modais (BARROS *et al.* 2022).

Diante ao contexto apresentado, esta pesquisa tem o intuito de contribuir para uma mobilidade urbana sustentável, em que será desenvolvido um Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana, e analisar sua aplicabilidade por meio de um estudo de caso, na cidade de São Paulo. A opção da pesquisa ser aplicada em São Paulo, deu-se por conta da diversidade de informações que poderão ser coletadas para o desenvolvimento do Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana - IEEMU, Considerada como a cidade mais populosa do Brasil, São Paulo é a mais rica e populosa Região Metropolitana Brasileira e um dos maiores aglomerados urbanos do mundo (SPTRANS, 2021).

Na próxima seção será realizada uma contextualização sobre o tema proposto, e apresentados os principais problemas que motivaram o desenvolvimento do modelo de avaliação de eficiência energética para mobilidade urbana, considerando os três pilares da metodologia ASI., da SeMob - Secretaria Nacional de Transportes e Mobilidade Urbana (Brasil, 2018a), e está ancorada em três pilares de Eficiência Energética: Eficiência Sistêmica,

Eficiência das Viagens e Eficiência Veicular. A metodologia ASI é um instrumento que direciona e orienta os municípios a tomarem decisões de longo, médio e curto prazo, com intuito de reduzir a demanda do uso do transporte individual, e promover a transferência de viagens para modos mais eficientes em termos energéticos.

1.1 Justificativa e Problema de Pesquisa

A melhoria das condições da mobilidade urbana representa um dos maiores desafios das cidades em todo o mundo. As escolhas convencionais de planejamento urbano acumuladas geralmente resultam em problemas urbanos crônicos e, com isso, as cidades modernas buscam políticas para sustentar sua mobilidade urbana, reduzindo as externalidades do modelo de transportes fundamentado no uso de automóveis individuais (TISCHER E POLETTE, 2019). A mobilidade urbana impacta na maioria da população mundial. Por um lado, a mobilidade permite que passageiros e cargas acessem os lugares, aumentando assim a competitividade da cidade. Por outro lado, gera custos externos substanciais, como congestionamentos, poluição atmosférica e sonora, deterioração da paisagem, redução do espaço público e da segurança, diminuindo assim a habitabilidade, a qualidade de vida e a atratividade da cidade (MALTESE *et al.*, 2021). A mobilidade urbana, quando não gerida de forma efetiva, influi negativamente na qualidade de vida da população (FERNANDES, 2015). O rápido crescimento das populações urbanas, juntamente com as altas demandas de qualidade de vida, criou a necessidade de melhorias em todas as esferas de infraestrutura e subsistemas dentro das cidades (MUNHOZ *et al.*, 2020). Nesse sentido, é importante que as políticas de mobilidade urbana visem o estabelecimento de diretrizes para elaboração de planos que priorizem o deslocamento de pessoas e não de veículos. (TISCHER E POLETTE, 2019).

Acessibilidade do transporte público é frequentemente distribuída de forma desigual entre os locais. As áreas mais empobrecidas geralmente sofrem com a falta de capacidade e qualidade do serviço ferroviário e de ônibus (BEBBER *et al.*, 2021). A infraestrutura de transporte frequentemente falha em atender as necessidades de mobilidade de uma população em crescimento. O uso de veículos privados e transporte público informal (vans e microônibus que oferecem horários e itinerários mais flexíveis) aumenta pela demanda não atendida por outros modos (BRASIL, 2018a). Melhorar a qualidade do sistema de transporte público é algo que requer determinação, por se tratar de um problema complexo, que pode envolver questões comportamentais e subjetividade abordada por variáveis qualitativas (SANTOS E LIMA, 2021).

A Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), estabelecida pela Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012, define diretrizes para orientar os municípios na elaboração do seu Plano de Mobilidade Urbana (PMU) e na seleção de ações de gestão da mobilidade urbana a serem implantadas (BRASIL, 2012). Pela Lei os municípios com mais de vinte mil habitantes são obrigados a entregar o Plano de Mobilidade Urbana, como condição para receber recursos federais destinados à projetos para as infraestruturas do sistema de mobilidade urbana, incluindo as ciclovias e ciclofaixas (BRASIL 2012). Já o Plano Diretor faz parte da Lei do Estatuto da Cidades (Lei nº 10.257/2001), nos artigos 39º e 40º, como instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana. O propósito do Plano Diretor é promover a harmonização entre os aspectos físicos/territoriais e os objetivos sociais, econômicos e ambientais do município (BRASIL, 2001).

O desenvolvimento sustentável se choca com o setor de transporte devido ao alto uso de combustíveis fósseis, alto consumo de recursos naturais e de emissão de poluentes e gases de efeito estufa (CARTENÍ *et al.*, 2020). Mais de 60% de todo o petróleo consumido no mundo é direcionado para o setor de transporte, sendo 76% direcionado para o modo rodoviário (BRASIL, 2018a). Mudanças climáticas causadas por emissões antropogênicas de gases de efeito estufa estão entre os maiores desafios enfrentados pela humanidade. A combustão de combustíveis fósseis contribui com cerca de dois terços das emissões globais de GEE e a maior parte das emissões de CO₂, então o setor de energia deve estar na linha de frente dos esforços para enfrentar as mudanças climáticas (IEA, 2020b). O crescimento insustentável das atividades de transporte sobrecarrega os ecossistemas e os recursos do nosso planeta. As emissões de gases de efeito estufa (GEE) da produção de energia são uma das principais causas das mudanças climática (OSKARBSKI *et al.*, 2021).

Nesse sentido, a necessidade de tecnologias de energia limpa nunca foi tão importante. A maneira como atualmente se produz e se consome energia é insustentável e, considerada no contexto de crescimento econômico contínuo e aumento da população global, sublinha a necessidade de uma abordagem mais sólida (IEA, 2020a). O hidrogênio foi identificado como uma alternativa atraente aos combustíveis fósseis na construção de sistemas e economias de energia verde e circular (FREDERSHAUSEN *et al.*, 2021). Carbono Zero é a palavra da moda atual que desperta as mentes de todas as pessoas do mundo (KRISHANKUMAR *et al.*, 2022).

No âmbito dos avanços tecnológicos, a mobilidade elétrica está se expandindo rapidamente (IEA, 2019). Os países líderes em mobilidade elétrica usam uma variedade de

medidas, como padrões de economia de combustível, juntamente com incentivos para veículos de zero e baixa emissão, instrumentos econômicos que ajudam a corrigir a lacuna de custo entre veículos elétricos e convencionais (IEA, 2019). A implementação de novas soluções de mobilidade baseadas em veículos elétricos como carros elétricos, patinetes elétricos e bicicletas elétricas, em sistemas de transporte urbano, pode trazer diversas vantagens para a sociedade, desde benefícios ambientais e econômicos até melhoria da qualidade de vida (TURO, KUBIK E CHEN (2021). Um sistema multimodal, que visa o intercâmbio entre a mobilidade elétrica privada e o transporte público, pode ser uma das soluções para a mobilidade urbana, pois assim exigiria que os veículos parassem em áreas suburbanas, reduzindo o congestionamento das áreas centrais (FERRARA *et al.*, 2019).

A micromobilidade refere-se à veículos pequenos e leves que servem para percorrer distâncias curtas, com a velocidade de até 25 km/h ou de velocidade moderada até 45 km/h, e são ideais para deslocamentos de até 10 km de distância (OECD, 2020). As scooters elétricas vem se tornando cada vez mais populares nos EUA e é uma tendência de crescimento rápido na indústria de transporte (GARMAN, *et al.*, 2020). A micromobilidade tem o potencial de ajudar a resolver muitos dos problemas relacionados ao transporte que as cidades em todo o mundo enfrentam e pode potencialmente promover mudanças nos modos de transporte, principalmente nas pessoas que utilizam veículos motorizados particulares (OESCHGER *et al.* 2020).

Com base na contextualização apresentada, essa pesquisa foi elaborada para responder às seguintes questões: Quais são os critérios que podem ser implementados ou aprimorados para compor o Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana? E quais são as condições atuais de Eficiência Energética para a mobilidade urbana no município de São Paulo-SP?

Desse modo, espera-se que os resultados obtidos por meio dos critérios encontrados para o Modelo de Avaliação de desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana (EEMU) possam trazer resultados relevantes à melhoria do sistema de transporte, enfatizando os modos mais eficientes, para que assim, reduza a poluição do ar, a dependência dos combustíveis fósseis, e principalmente, melhore a qualidade de vida da população.

1.2 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana (EEMU) para o município de São Paulo, baseado no conceito dos três pilares de eficiência energética: Eficiência Sistêmica, Eficiência das Viagens e Eficiência Veicular. Por meio desses três pilares é possível pensar em atributos com foco na redução das emissões de gases de efeito estufa, diminuição do tempo de duração de viagem e melhoria da qualidade de vida das cidades brasileiras em geral.

1.2.1 *Objetivos Específicos*

Para atingir o objetivo são elencados os seguintes objetivos específicos:

- Definir o conjunto de critérios para composição do modelo de Avaliação de EEMU, considerando três pilares de eficiência energética;
- Avaliar o grau de importância dos critérios;
- Testar a aplicabilidade do Modelo de Avaliação da EEMU;
- Determinar o IEEMU para o município de São Paulo/SP.

1.3 Estrutura do Texto

Com relação à estrutura do trabalho, foi dividido em **9 seções**. A **Seção 1** é feita uma contextualização sobre o tema que motivou o desenvolvimento da pesquisa., em que apresentada a importância de uma mobilidade urbana sustentável, bem como o problema de pesquisa e os objetivos do trabalho. **Na Seção 2** refere-se à Revisão Bibliográfica, em que se busca apresentar um panorama geral do tema proposto, em que são abordados *9 temas centrais*: 2.1 – Transportes Eficientes (eletromobilidade), 2.2 – Transporte Ferroviário Urbano, 2.3 – Transporte Não Motorizado (TNM), 2.4 - Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana (EEMU), que aborda a metodologia ASI, 2.5 – Experiências Internacionais de Eficiência Energética para o transporte, 2.7 – Descarbonização do Transporte urbano, 2.8 – Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular, e por fim, 2.9 - Desafios Adaptativos e Perspectivas relacionados à Pandemia da COVID-19. A **Seção 3** apresenta a Metodologia de Pesquisa adotada em que foram elencadas as etapas que se pretende desenvolver o do Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana (EEMU). Já na **Seção 4** apresenta o desenvolvimento do Modelo de Avaliação de EEMU, em que apresenta detalhadamente, a definição dos critérios, a seleção dos trabalhos, a pesquisa bibliográfica, e a

definição da estrutura hierárquica. Na **Seção 5** apresenta a Aplicação do Modelo de Avaliação de Desempenho de EEMU, bem como a definição da importância dos critérios de avaliação, as matrizes a serem avaliadas pelos especialistas e os resultados de avaliação. E também a análise de desempenho dos atributos dos três pilares de eficiência energética (Eficiência Sistêmica, Eficiência das Viagens e Eficiência Veicular). Na **Seção 6** aborda a Análise dos Resultados em que apresenta a discussão dos resultados obtidos. A **Seção 7** constitui na Conclusão da Pesquisa. Na **Seção 8** apresenta-se a Lista de Referências Bibliográficas utilizadas nesta pesquisa. E, por fim, a **Seção 9** apresenta os anexos utilizados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica e documental que contemplaram em artigos científicos, relatórios técnicos e relatórios acadêmicos, elaborados por diversas instituições. Nesse contexto, pretende-se abordar os conceitos mais importantes, como tendências mundiais e indicadores para aplicabilidade de um Modelo de Avaliação Desempenho de Eficiência Energética dos diversos modos de transportes urbano.

2.1 Transportes Eficientes – Eletromobilidade

A eletromobilidade é entendida como meio de transporte com a utilização de motores elétricos que usam diversas formas de abastecimento de energia. No 1º anuário Brasileiro Mobilidade Elétrica realizado pela Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica - PNME (2021), a eletromobilidade foi apresentada como uma possibilidade em que as pessoas podem se locomover utilizando veículos elétricos, categorizados como puramente elétricos ou veículos híbridos, que utilizam sistemas de propulsão baseados em eletricidade e outro tipo de energia. A **Figura 1** apresenta-se os veículos elétricos como: *Veículos Leves* (carros e pick-ups), *Veículos Pesados* (ônibus) e *Veículos Levíssimos* (bicicletas, os scooters entre outros). Há também os transportes de cargas, categorizados como Veículos Leves (como veículos para entregas urbanas) e Veículos Pesados (Veículos de logística).

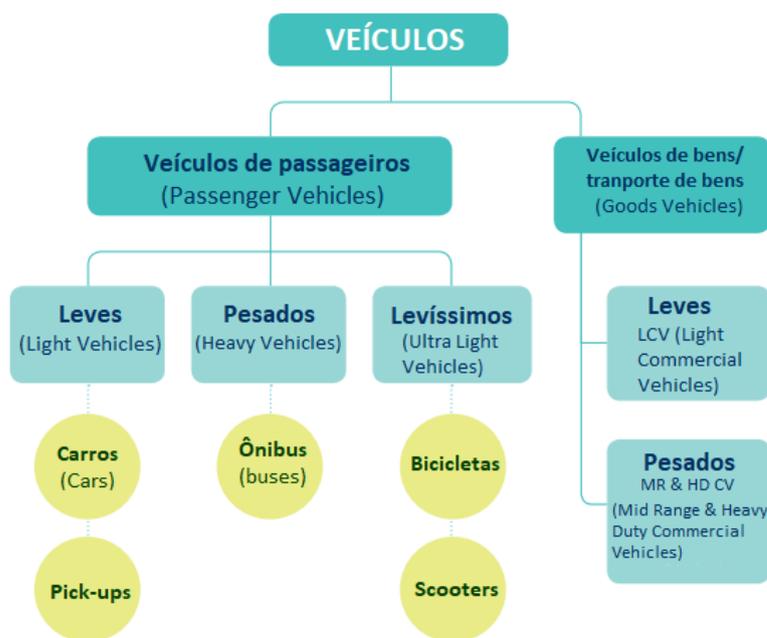


Figura 1 - Categorias dos tipos de veículos elétricos

Fonte: Adaptado PNME (2021).

A eletromobilidade é um dos desafios mais importantes para os sistemas de transporte rodoviário e empresas de transporte. Não é uma ideia nova. O interesse em encontrar combustíveis alternativos para o transporte rodoviário vem crescendo desde a década de 1970 (IWAN *et al.*, 2021). A eletromobilidade privada tem um papel significativo na transição energética dentro das áreas urbanas, uma vez que a substituição progressiva dos automóveis convencionais de passageiros por veículos elétricos (VEs) conduz à descarbonização do setor dos transportes sem emissões diretas (LAZZERONI *et al.*, 2021).

A implementação de vários tipos de novas soluções de mobilidade em sistemas de transporte urbano, incluindo veículos elétricos, pode trazer muitos benefícios para a sociedade, desde aspectos econômicos e ambientais até a melhoria da qualidade de vida (TURO, KUBIK E CHEN, 2021).

2.1.1 Veículo Leves Elétricos

A história do veículo elétrico (VE) inicia-se a partir do século XIX. Segundo Cowan e Hultén (1996), em 1901, Thomas Edison, interessado no potencial dos veículos elétricos, desenvolveu a bateria níquel-ferro, com capacidade de armazenamento 40% maior que a bateria de chumbo. Conforme Ehsani, *et al.* (2005), o primeiro veículo elétrico foi construído pelo francês Gustave Trouvé (1839 – 1902) em 1881, conhecido como *Trouvé tricycle*. O veículo inteiro e seu motorista pesavam aproximadamente 160 kg. De acordo com Smith (2017), Gustave Trouvé patenteou nada menos que 300 invenções, incluindo *Trouvé's Electric Tricycle*, que pode ser observado na **Figura 2**.



Figura 2 - *Trouvé's electric tricycle* - triciclo elétrico
Fonte: Smith (2017).

Em 1903, havia cerca de 4.000 automóveis registrados na cidade de Nova York, sendo 53% a vapor, 27% a gasolina e 20% elétricos. Em 1912, quando a frota de carros elétricos de Nova York atingiu o ápice de 30.000 unidades, a frota de automóveis a gasolina naquela cidade já era 30 vezes maior (Ehsani *et al.*, 2005). Entre 1899 e 1909, nos EUA enquanto as vendas de automóveis a gasolina cresceram mais de 120 vezes, as de elétricos somente dobraram (COWAN e HULTÉN, 1996).

Segundo dados do Banco Nacional do Desenvolvimento (2018b), a eletrificação veicular na indústria dividiu-se em duas vertentes: a dos veículos puramente elétricos e a dos veículos híbridos. Nesse contexto, existem cinco tipos de veículos elétricos disponíveis no mercado:

Veículos Puramente elétricos:

- **Veículos Elétricos a Bateria - *Battery Electric Vehicles (BEV)***: É um modelo puramente elétrico, no qual a energia provém da bateria e a recarga é feita pela conexão à rede elétrica. Pascoal, Furtado e Filho (2018) comentam que esses tipos de veículos usam exclusivamente a eletricidade.
- **Veículos Elétricos de Célula de Combustível - *Fuel Cell Electric Vehicles (FCEV)***: São modelos cuja carga das baterias é feita por uma célula-combustível, normalmente a hidrogênio. Para Pascoal, Furtado e Filho (2018), o equipamento eletroquímico que combina hidrogênio e oxigênio, que produz a eletricidade, fará funcionar o motor do veículo FCEV.
- **Veículos elétricos alimentados pela rede elétrica - *Road Powered Electric Vehicles (RPEV)***: Incluem-se nessa categoria os trólebus – que, a princípio, não dispõem de baterias, estando constantemente conectados à rede elétrica. De acordo com Pascoal, Furtado e Filho (2018) a energia é fornecida por meio de cabos externos diretamente conectados acima do veículo, o trólebus ou como os veículos leves sobre trilhos – VLTs.

Veículos híbridos:

- Os **Veículos Elétricos Híbridos - *Hybrid Electric Vehicles (HEV)***: Combinam um motor a combustão interna com um ou mais motores elétricos para propulsão. Por combinar os dois tipos, os motores têm menor porte que nas configurações plenas. De acordo com Pascoal, Furtado e Filho (2018), a função do motor elétrico é apenas

melhorar a eficiência do motor à combustão interna ao fornecer tração em baixa potência.

- Os **Veículos Híbridos *plug-in* – Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)**. Com uma configuração semelhante à dos HEV, mas com a possibilidade de recarga diretamente na rede elétrica. A diferença está nos componentes elétricos (como motor, alternador e bateria), que são ainda maiores e possibilitam a operação integralmente em modo elétrico, já que a bateria pode ser recarregada diretamente na rede. De acordo com Pascoal, Furtado e Filho (2018), o motor à combustão interna também é o principal, mas eles podem, além disso, receber eletricidade diretamente de uma fonte externa.

Para IEA (2021), a participação nas vendas de carros elétricos aumentou 4 pontos percentuais em 2021. A venda de carros elétricos atingiram um recorde em 2021, apesar dos gargalos na cadeia de suprimentos e da pandemia de Covid-19 em andamento. Em comparação com 2020, as vendas quase dobraram para 6,6 milhões (uma participação de vendas de quase 9%). A **Figura 3** apresenta os registros de carros elétricos e participação nas vendas na China, Estados Unidos, Europa e outras regiões, nos anos de 2016-2021.

Conforme dados IEA (2021), as vendas em 2021 foram as mais altas na China com 3,3 milhões (triplicando as vendas de 2020), seguidas pela Europa com 2,3 milhões vendidos em 2021 (acima de 1,4 milhão em 2020). Nos Estados Unidos, as vendas de carros elétricos dobraram sua participação de mercado para 4,5% em 2021, chegando a 630 mil vendidos.

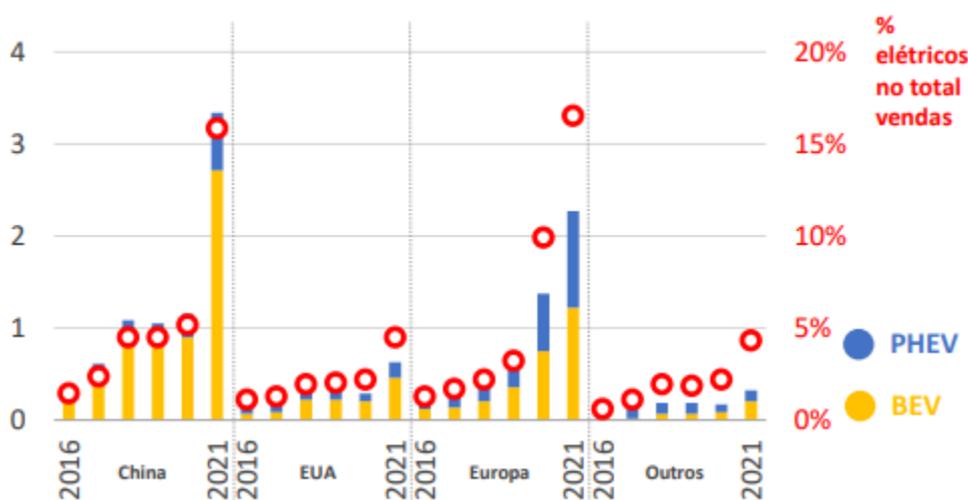


Figura 3 - Registros de carros elétricos e participação nas vendas na China, Estados Unidos, Europa e outras regiões, nos anos de 2016-2021.
Fonte: IEA (2021)

Lazzeroni *et al.* (2021) comentam que recentemente, a penetração dos VEs aumentou em quase todos os países da UE devido à introdução de esquemas nacionais de apoio. No entanto, uma ampla difusão de VE pode levar a um profundo impacto na infraestrutura da rede elétrica existente com sobrecargas, instabilidades de tensão e aumento das perdas de energia. Para Faria *et al.* (2019) enquanto em 2017 estavam disponíveis cerca de 155 modelos de VE, espera-se que nos próximos 5 anos este valor possa duplicar.

2.1.1.1 Veículos Leves Sobre Trilhos - VLT

Segundo autores Bernardes e Ferreira (2016), o Veículos Leves sobre Trilhos (VLT) é um modal de transporte público sobre trilhos, com algumas características similares às do metrô de superfície, possuindo facilidade para sua inserção na estrutura viária existente, compartilhando ou não o espaço comum do tráfego, inclusive na convivência com os pedestres e áreas verdes e utilizando-se de energia elétrica.

Brasil (2016) define o sistema VLT em trens elétricos seja com um único carro ou com uma composição curta de veículos, tipicamente em faixas exclusivas com direito a passagem no nível da superfície com conexões elétricas sobre toda a extensão das linhas. Conforme a Associação Nacional dos Transportadores de Passageiros sobre Trilhos - ANPTrilhos (2019), o VLT tem conseguido grande visibilidade como instrumento de política de mobilidade, pois além de melhorar a qualidade ambiental, é silencioso, não polui o ar, convive bem com árvores e jardins e revitaliza o espaço urbano. Em 2018 houve um aumento de passageiros transportados de 4,3% em relação ao ano de 2017. Segundo ANPTrilhos (2019) foram transportados 863,3 milhões de passageiros em todo o ano de 2018.

Brasil (2016) define o uso de VLT em duas maneiras. A primeira refere-se ao trilho embutido, que permite o cruzamento com as vias de tráfego misto e facilita a travessia de pedestres. A segunda maneira refere-se à via segregada para o VLT, que há separação física por meios-fios, barreiras, ou desníveis em relação ao tráfego misto, conforme apresentada na **Figura 4**.



Via compartilhada entre VLT e Transporte Ativo. Exemplo de via segregada para o VLT. Amsterdã, Holanda

Figura 4 – Via compartilhada e via segregada ao VLT
 Fonte: Adaptado - Brasil (2016).

Segundo ANPTrilhos (2017), um VLT é capaz de transportar, aproximadamente, 400 passageiros, equivalente a 5 ônibus e 300 veículos particulares, conforme **Figura 5**.

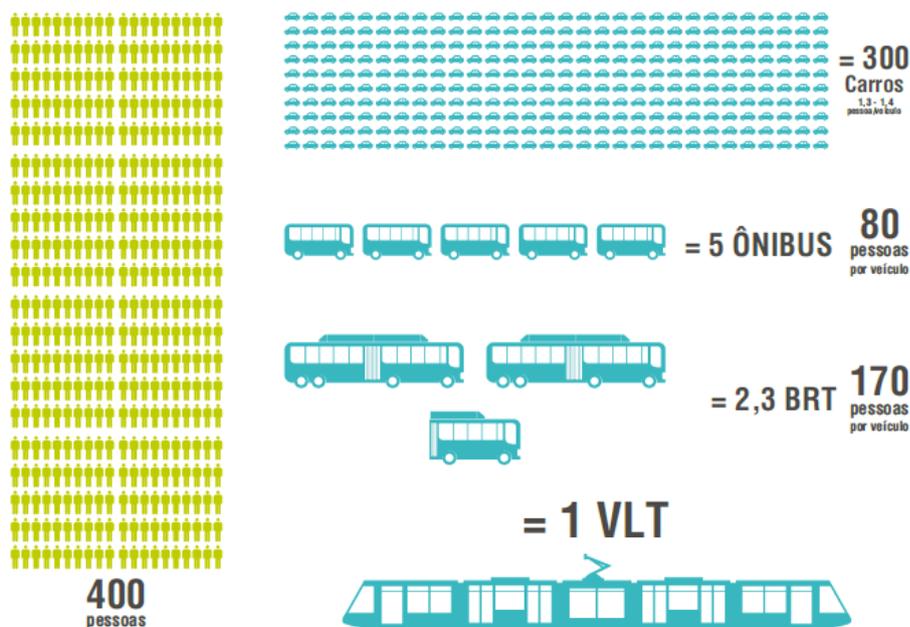


Figura 5 - Capacidade de passageiros de um VLT
 Fonte: ANPTRILHOS (2017).

Com relação à utilização dos sistemas de metroferroviário (trem e VLT), em 2020 houve uma economia de em torno de 800 milhões de litros de combustível fóssil, aproximadamente 1,6 milhões de toneladas de redução na emissão de poluentes na atmosfera. (ANPTrilhos, 2021).

A expressiva redução do uso do transporte público, devido à Pandemia COVID-19, teve como consequência imediata a perda de R\$ 8 bilhões em receitas tarifárias, o que, por sua vez, foi impossível de ser acompanhada por uma redução proporcional nos custos da operação, tendo

em vista a necessidade de manter o serviço prestado à população. Esse desequilíbrio na relação das receitas com os custos proporcionou a maior crise econômico-financeira já vivida pelo setor de transporte de passageiros sobre trilhos no Brasil, atingindo todos os operadores, sem exceção (ANPTrilhos, 2021).

2.1.2 Veículos Pesados Elétricos

Conforme apresentado na seção anterior, o ônibus elétrico é categorizado como Veículos Elétricos a Bateria - *Battery Electric Vehicles* (BEV), que possui um sistema de motorização impulsionado por energia elétrica, e também categorizado como Veículos Elétricos Híbridos (VEH), que possui um sistema que combina um motor de combustão interna e um sistema de propulsão elétrica, como, por exemplo, o trólebus.

Segundo a empresa de ônibus chinesa *Build Your Dreams* - BYD (2021), os ônibus elétricos oferecem emissão zero, são silenciosos e possui melhor aceleração em relação aos ônibus tradicionais. Já em relação ao trólebus, os ônibus elétricos têm a grande vantagem de não precisar de uma conexão constante à rede, o que permite que as rotas sejam modificadas sem alterações na infraestrutura (BYD, 2021). Segundo ITDP (2020), os ônibus elétricos tornam as viagens dos usuários mais confortáveis e seguras, pois são os ônibus são mais silenciosos, estáveis e com melhor desempenho térmico para passageiros e condutores.

A plataforma E-BUS RADAR coordenada pelo Laboratório de Mobilidade Sustentável (LABMOB), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), com apoio do Instituto Clima e Sociedade (ICS) e realizado em parceria com o Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA), tem como objetivo monitorar e georreferenciar as frotas de ônibus elétricos no transporte público das cidades latino-americanas, com intuito de promover a transparência de dados e quantificar as emissões de CO² evitadas. Conforme dados da E-BUS RADAR (2022), a **Figura 6** apresenta a evolução do Brasil em relação à quantidade de veículos até agosto de 2022. São em torno de 386 ônibus elétricos, categorizados em trólebus, e elétricos em três categorias, midi, convencional e articulado, tendo uma economia de 47,61 quilotoneladas (kt) de emissões de CO² por ano.

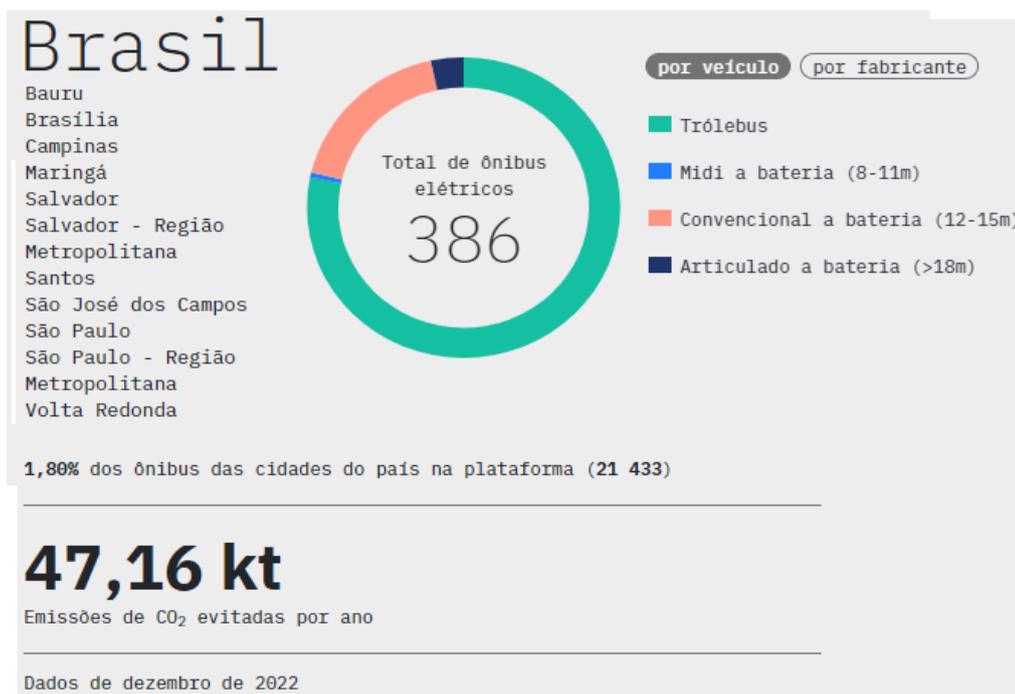


Figura 6 - Quantidade de ônibus elétricos no Brasil
Fonte: E-BUS RADAR (2022).

Para LABMOB (2022), os ônibus elétricos são uma excelente solução para a promoção de áreas urbanas mais limpas e saudáveis, ao mesmo tempo em que apoiam os governos locais e nacionais atingem as suas metas climáticas.

Os autores Woyek, Jagieyyo e Nski (2021) comentam que, avaliar a viabilidade da introdução de veículos elétricos é sempre um desafio gerencial. No mercado de transporte público local, a situação é ainda mais complexa devido aos diferentes atores do lado da oferta. Nesse sentido, é importante dar suporte às decisões sobre a eletrificação do transporte público em várias etapas.

2.1.2.1 Sistema de Ônibus de Trânsito Rápido (*Bus Rapid Transit*) – BRT

Segundo dados do ITDP (2016), *Bus Rapid Transit* (BRT) baseia-se na eliminação de todo e qualquer tipo de interferência possível na via, como veículos de passeio, caminhões, motos ou até mesmo outros veículos coletivos que não façam parte desse sistema. Para alcançar um alto desempenho, qualidade superior de serviço e melhor experiência para o usuário, ele combina cinco características fundamentais: infraestrutura segregada com exclusividade de circulação; alinhamento das faixas de ônibus, especialmente no canteiro central; cobrança da tarifa fora do ônibus; embarque em nível; e tratamento das interseções com prioridade de passagem.

Para Nadeem *et al.* (2021), os BRTs são uma ótima solução para atingir os objetivos desejados que oferecem alta capacidade, velocidade e qualidade de serviço a um custo relativamente baixo. ITDP (2016) comenta que, o BRT pode utilizar veículos dos mais diversos tipos como: trólebus (ônibus elétrico), ônibus urbano, ônibus articulado e ônibus guiado por sistema de canaletas exclusivas.

Brasil (2008a) caracteriza BRT como sistema de transporte público e deve operar por uma faixa de rodagem exclusiva, conhecida como corredores de ônibus, para evitar o congestionamento. Para Brasil (2008b), o sistema de BRT deve ter os seguintes elementos para evitar atrasos relacionados ao pagamento, embarque e desembarque:

- (i) Alinhamento no centro da via;
- (ii) Estações com cobrança de tarifa fora do veículo;
- (iii) Estações com o nível do piso do ônibus;
- (iv) Prioridade de ônibus nos cruzamentos.

Nadeem *et al.* (2021) comentam que projetos de BRT podem ser cruciais para atender às necessidades diárias de mobilidade. No entanto, há uma escassez de pesquisas que destaquem as questões de mobilidade dos cidadãos com os sistemas de BRT existentes.

Conforme dados do Brasil (2019), na **Figura 7**, o BRT de Quito (Equador) é um exemplo claro que, se bem planejados, sistemas de transportes de média e alta capacidade podem transformar uma cidade para melhor a vida das pessoas.



Figura 7 - *Bus Rapid Transit* (BRT) - Quito, Equador.
Fonte: Brasil (2008a)

Nadeem *et al.* (2021) comentam que o planejamento ativo do transporte é crucial para atrair usuários para os sistemas BRT. Portanto, as futuras linhas de BRT devem enfatizar e planejar os aspectos de transporte ativo (como infraestrutura para caminhadas, instalações para bicicletas) ao projetar o BRT.

2.1.3 Veículos Levíssimos - Micromobilidade

Nesta seção é apresentada uma avaliação dos veículos levíssimos, que referem-se às scooters elétricas, patinetes elétricos, e-bikes, entre outros, enfatizando assim, a micromobilidade.

De acordo com o Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento - *Institute for Transportation and Development Policy* – ITDP Brasil (2020a), a micromobilidade é um termo que recentemente passou a ser utilizado por urbanistas, planejadores e também no mundo da tecnologia. No entanto, não há um consenso sobre o que realmente significa micromobilidade. O ITDP Brasil (2020a), em consulta com a comunidade de transporte sustentável, desenvolveu a definição de micromobilidade como uma crescente família de veículos pequenos e leves que operam em velocidades abaixo de 25 km/h. A micromobilidade está diretamente relacionada à necessidade de criação de espaços apropriados à locomoção segura e, principalmente, ao incentivo para que a população tenha uma alternativa atrativa para desenvolver sua viagem com praticidade, segurança e como uma opção principal para a sua rotina (Junior, 2020).

Para Molinares *et al.* (2021), a micromobilidade oferece uma opção de transporte flexível capaz de evitar congestionamentos rodoviários, reduzindo o espaço de estacionamento necessário, diminuindo a poluição sonora/do ar, uma vez que todos os veículos são híbridos elétricos/elétricos e, por último, mas não menos importante, incentivando a intermodalidade com o transporte coletivo. De acordo com a IEA (2021), os sistemas compartilhados de micromobilidade favorecem a mobilidade urbana pela forte tendência da utilização do transporte ativo.

No Relatório intitulado “*Safe Micromobility*”, elaborado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - *Organisation for Economic Co-operation and Development* – OECD (2020), a micromobilidade pode ser classificada de acordo com quatro critérios principais:

- Peso do veículo de até 227 kg;
- Largura do veículo de até 1,5 m;

- Velocidade máxima de até 48 km / h;
- Fonte de energia por um motor elétrico ou um motor de combustão.

Na **Figura 8** pode-se observar tipos de veículos de micromobilidade e suas características.

	Biciclete motorizada (elétrica)	Scooter	Scooter com assento	Overboard	Skates	Skates eletricos
Coluna Central	SIM	SIM	SIM	POSSÍVEL	NÃO	NÃO
Assento	SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO
Pedais operáveis	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Suporte de pés	POSSÍVEL	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
auto-equilíbrio	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	POSSÍVEL

Figura 8 - Tipos de veículos de micromobilidade
Fonte: Adaptado do OECD (2020).

Exclui apenas veículos movidos a força humana, como bicicletas tradicionais. No entanto, distingue entre três classes de e-bikes:

- Classe 1: São e-bikes de baixa velocidade com pedal assistido;
- Classe 2: São e-bike de baixa velocidade, com acelerador assistido;
- Classe 3: São e-bikes com uma velocidade máxima de até 45 km/h.

Desenvolver uma rede segura para micromobilidade tem um impacto positivo e duradouro na segurança de todos. Por esta razão, os esforços de a criação de uma rede segura deve ser vista como complementar à regulamentação de segurança veicular e às estradas inteligentes no comportamento do usuário (OECD, 2020).

2.2 Transporte Ferroviário Urbano

O transporte ferroviário tem como principal característica a alta capacidade de movimentar cargas por médias e longas distâncias, apresentando um custo por quilômetro transportado e o nível de emissão de poluentes relativamente mais baixos que outros modos de transporte. Sendo assim o meio mais indicado para o transporte de cargas de baixo valor agregado, transportadas em grande volume (BRASIL, 2016).

O transporte ferroviário tem desempenhado um papel importante na vitalidade econômica da área urbana. A prestação de serviços com altos níveis de qualidade é essencial para promover o transporte público, personalizando os usuários dos serviços, e reduzir o congestionamento do tráfego, afastando as pessoas do uso do carro particular (SHEN *et al.*, 2016). Jiao *et al.* (2022) comentam que o desenvolvimento do transporte ferroviário urbano tornou-se essencial para o controle da poluição do ar urbano. A avaliação sistemática das externalidades do trânsito ferroviário é de grande importância para melhorar e otimizar o planejamento de rotas, configuração de estações e layout da rede.

Conforme dados da Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários - (ANTF), em 2021, o setor ferroviário de carga brasileiro mostrou sinais de retomada do crescimento apresentando uma evolução de 3,6%, 506,8 milhões de toneladas úteis - (TU), em comparação a 2020, 489 milhões de TU, e 2% em comparação a 2019, 494,5 milhões de TU, período pré-pandemia. O Planejamento de longo prazo do Governo Federal na área de logística e transporte é realizado pela Empresa de Planejamento e Logística - (EPL), por meio dos Planos Nacionais de Logística - (PNLs), que buscam identificar os empreendimentos necessários para otimizar a infraestrutura de transportes no país e são elaborados a partir de matrizes de origem e destino de bens e passageiros, tendo em conta as projeções econômicas, perspectivas tecnológicas e políticas públicas de desenvolvimento.

O transporte ferroviário é dominado pela Europa Ocidental, sendo utilizado largamente pela primeira vez na Grã-Bretanha e depois se espalhou para a Europa continental, surgindo devido a dois fatores principais: avanços tecnológicos de guerra e como alternativa de transporte necessária. No início dos anos 1900, toda a Europa tinha linhas ferroviárias, formando uma malha que conectou a Europa de uma maneira que nunca tinha sido conectada antes (BUTLER, 2020). Conforme a Associação Nacional dos Transportadores de Passageiros sobre Trilhos – ANPTrilhos (2020), o setor de transporte de passageiros sobre trilhos, apresentou em 2019 os seguintes dados na **Figura 9** em que demonstram a forte utilização de passageiros para esse modo de transporte:



Figura 9 – Dados de passageiros sobre trilhos em 2019
Fonte: ANPTrilhos (2020)

É indubitável que os modos de transporte sobre trilhos são os que atendem aos grandes corredores de demanda com maior segurança, maior confiabilidade e menor tempo de deslocamento e sem emissões de poluentes. Isso faz com que esses sistemas contribuam de forma significativa para uma melhor qualidade de vida dos cidadãos que chegam aos seus destinos de forma mais rápida, podendo usufruir de mais tempo para estudar, para interagir com a família e para o lazer (ANTP, 2019).

A ANTP (2019) enfatiza que os modos sobre trilhos têm a capacidade de dar vazão a grandes fluxos de pessoas, com rapidez, segurança e regularidade, se tornando verdadeiras linhas de deslocamento rápido dentro das cidades. Por esse motivo, os modos sobre trilhos funcionam como a espinha dorsal dos sistemas de mobilidade.

2.3 Transporte Não Motorizado (TNM)

Nesta seção é apresentada o Transporte Não Motorizado - (TNM), que se refere aos meios de transporte à propulsão humana, como andar a pé, bicicletas, patins, entre outros, para se deslocar de um ponto a outro.

Os autores Lopes e Souza (2018) comentam que, o transporte não motorizado está relacionado à facilidade com que pessoas e bens se deslocam pelas cidades, não se limitando somente à análise do ponto de vista de oferta e característica de uso dos meios de transporte. Ao se locomover a pé ou por meio de bicicleta, interage muito mais com o espaço urbano, além de colaborar para redução da emissão de gases na atmosfera e serem estes os meios mais baratos

de locomoção, pois representam menor custo para os usuários, para o meio ambiente e para a sociedade (BRASIL, 2015).

Para promover o desenvolvimento sustentável, as cidades muitas vezes desejam facilitar o acesso às bicicletas e, portanto, investem em compartilhamento de bicicletas. Uma motivação central para esse tipo de investimento é trazer uma mudança modal do carro para a bicicleta a fim de reduzir as emissões de gases de efeito estufa (D’Almeida *et al.*, 2021). De acordo com Instituto de Energia e Meio Ambiente – (IEMA, 2010), a mudança dos padrões de deslocamento dos habitantes através do uso de meios de transporte não motorizados é crucial para a construção de centros urbanos com padrões de qualidade de vida mais elevados. A bicicleta pode ser um importante elemento de reordenação e reconfiguração do espaço urbano e da lógica social, além de ser um vetor de melhoria ambiental.

Conforme estudo realizado pelo Laboratório de Mobilidade Sustentável da Universidade Federal do Rio de Janeiro – (LABMOB/UFRJ) e a Aliança Bike – Associação Brasileira do Setor de Bicicletas (2018), a economia da bicicleta no Brasil engloba cinco grandes dimensões:

- a) Cadeia Produtiva: Que envolve desde a fabricação das bicicletas à importação e exportação, passando também por serviços como os da comercialização, dos reparos e do aluguel;
- b) Políticas Públicas: Participação econômica da infraestrutura cicloviária e da provisão de bicicletas em serviços públicos, como compartilhamento de bicicletas;
- c) Transporte: A utilização da bicicleta é serve tanto para fins pessoais como para fins de trabalho e comerciais;
- d) Atividades: O uso da bicicleta está relacionado no objeto de pesquisa e inovação, de ações promotoras da mobilidade por bicicleta, por exemplo, a ciclomobilidade;
- e) Benefícios: A importância da bicicleta tem influência direta e indireta no clima e na eficiência energética, especialmente na qualidade do ar, como na saúde pública.

A Plataforma Micromobilidade Brasil coordenada também pelo Laboratório de Mobilidade Sustentável (LABMOB), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), com apoio do Instituto Clima e Sociedade (ICS) e realizado em parceria com o Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA), tem como objetivo mapear os sistemas de micromobilidade e também o transporte ativo, como por exemplo, quantos km foram percorridos por dia com a utilização de bicicletas, patinetes, entre outros, e assim, quantificar as emissões de CO₂ evitadas.

Os dados apresentados na Plataforma referem-se ao uso até março de 2022 e conforme **Figura 10**, o Brasil já teve em torno de 10 mil bicicletas compartilhadas e aproximadamente 42 mil viagens diárias de bicicleta. Com esse resultado, houve uma economia (5,54 tCO₂e) de emissões de CO₂ evitadas.

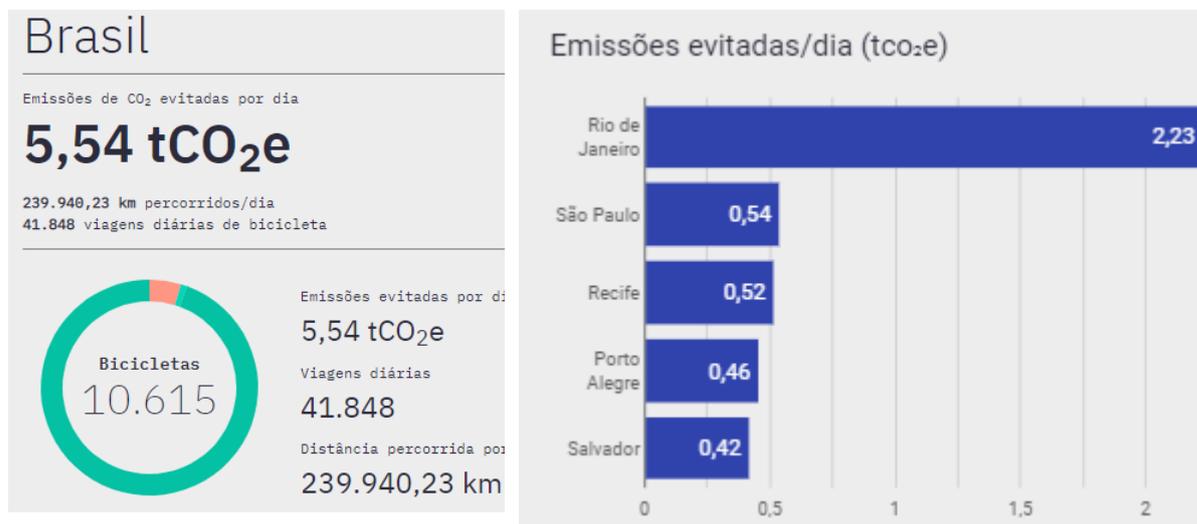


Figura 10 – Sistemas de bicicletas e patinetes compartilhados 2022
 Fonte: Plataforma Micromobilidade Brasil (2022).

Segundo LABMOB (2018), o Brasil produziu em 2015 mais de 5 milhões de bicicletas. E foi estimado que o poder público investiu em torno de R\$ 1.200.695.380,00 para a implantação de 3.008,5 km de rotas cicláveis nas 27 capitais, com destaque para São Paulo e Rio de Janeiro.

Os autores D’Almeida *et al.* (2021), comentam que para promover o desenvolvimento sustentável, as cidades geralmente desejam facilitar o acesso às bicicletas e, portanto, investem no compartilhamento de bicicletas, exemplo disso é o *Bike Sharing Systems* – BSS, programa de Amsterdã, que permite que as bicicletas sejam alugadas em qualquer estação e devolvidas em qualquer outra, tornando assim, o compartilhamento de bicicletas ideal para viagens ponto a ponto de curta e média distância. BSS melhora o fluxo de tráfego (menos veículos), e melhora a aptidão dos usuários, criando empregos localmente (D’ALMEIDA *et al.*, 2021).

2.4 Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana (EEMU)

A Eficiência Energética (EE) refere-se a ações de diversas naturezas que culminam na redução da energia necessária para atender as demandas da sociedade, seja por serviços de energia sob a forma de luz, calor/frio, acionamento, transportes e uso em processos. Objetiva,

em síntese, atender às necessidades da economia com menor uso de energia primária e, portanto, menor impacto na natureza (BRASIL, 2011).

Segundo autores Gonçalves *et al.* (2020), a sociedade vem experimentando novos modos de mobilidade nos últimos anos, as cidades têm planejado aumentar sua eficiência energética como forma de reduzir os impactos ambientais e promover desenvolvimento Econômico.

Conforme é apresentado no Caderno de Eficiência Energética – (Brasil,2018a) a **Figura 11** ilustra a comparação da Eficiência Energética entre as frotas de veículos, que é utilizado o cálculo entre a razão e a estimativa do momento de transporte, que é “*passageiros transportados x distância média de transporte*” dividido pela demanda total de energia, que é a “potência necessária para contemplar o consumo” (BRASIL, 2018a).

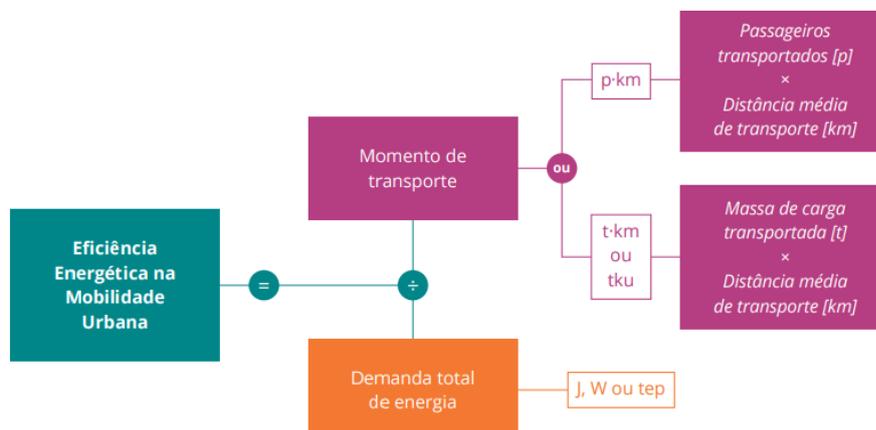


Figura 11 – Eficiência energética na mobilidade urbana
Fonte: Brasil (2018).

No caso de consumo de energia, a EE no setor de transportes e por analogia EEMU podem ser medidas por meio dos seguintes indicadores:

1. Energia consumida por passageiro-quilômetro (p.km) ou tonelada-quilômetro (t.km);
2. Energia consumida por veículo-quilômetro (v.km);
3. Energia consumida por assento- quilômetro ou metro cúbico-quilômetro.

Brasil (2018a) comenta que a escolha entre estes indicadores depende da finalidade da análise. Para comparação da EE entre as frotas de veículos e para o monitoramento dentro de uma frota de veículos, o consumo de energia por assento-km ou metro cúbico-quilômetro é provavelmente o mais útil.

Gonçalves *et al.* (2020) comentam que, aumentar a eficiência energética (EE) nas cidades é uma estratégia de transição energética comumente anunciada pelas autoridades governamentais como uma alternativa para reduzir os impactos ambientais. Isso implica reduzir progressivamente a energia necessária para um sistema de transporte fornecer o mesmo nível de atividade nas cidades.

Segundo avaliação da eficiência energética realizada para os 25 maiores consumidores de energia do mundo, o “*The 2018 International Energy Efficiency Scorecard*” – Índice Internacional de Eficiência Energética de 2018, realizado pelo *American Council for ser Energy-Efficient Economy* - Conselho Americano para uma Economia com Eficiência Energética – ACEEE (2018), tem como objetivo examinar as políticas de eficiência energética para os setores de construção, indústria e transporte.

Para o setor de transporte, os países foram avaliados em 9 critérios elencados abaixo, podendo obter uma pontuação máxima de 25:

1. Padrões de economia e combustível para veículos leves;
2. Resultados de economia de combustível para veículos leves;
3. Padrões de economia de combustível para veículos pesados;
4. Distância percorrida por veículo por pessoa (*Vehicle Miles Traveled per Capita*);
5. Toneladas-milha por unidade de PIB;
6. Energia por tonelada-milha percorrida;
7. Programas para transporte inteligente de cargas;
8. Relação entre investimento de infraestrutura em ferrovias e rodovias;
9. Uso do transporte público.

A pontuação do Brasil para o setor de transporte foi de 11 pontos, ficando na posição de 12º, conforme **Figura 12**.

País	Pontuação	Indicadores *								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pontuação Máxima	25,0	3	4	3	3	2	3	1	3	3
Brasil	11,0	2	2	0	2	1	2	0	0	2

Figura 12 - Resultado do Brasil referente aos indicadores de EE do setor de transportes para os 25 países com maior consumo de energia.

Fonte: ACEEE (2018).

Gonçalves *et al.* (2020) comentam que, o uso eficiente de energia está se tornando uma vantagem competitiva para os municípios, facilitando o acesso ao financiamento para investimentos em projetos de energia renovável.

2.5 Eficiência Energética no Brasil – Metodologia ASI (Avoid-Shift-Improve)

A metodologia ASI (*Avoid-Shift-Improve*) – Evitar, Mudar e Melhorar/Otimizar, apresentada no Caderno Técnico de Eficiência Energética na Mobilidade Urbana, permite incrementar a eficiência energética em transporte por meio de três estratégias, que respectivamente estão associadas a Eficiência Sistêmica, a Eficiência das Viagens e a Eficiência Veicular (BRASIL, 2018a).

Essas estratégias buscam melhores práticas para impedir novos aumentos nos volumes de tráfego, reduzir a demanda existente e mudar à demanda para meios de transporte mais eficientes, como também melhorar a rede de serviços. Nesse sentido, essa metodologia promove soluções alternativas de mobilidade e sistemas de transporte mais sustentáveis e eficientes em termos energéticos, que vão reduzir as emissões de gases de efeito estufa, diminuir o tempo de duração de viagem e melhorar a qualidade de vida das cidades brasileiras em geral (BRASIL, 2018a).

Conforme **Figura 13**, a metodologia ASI está elencada em três eixos:

- **Eficiência Sistêmica**: refere-se à “*Avoid*” – “evitar” o aumento de atividade de transporte e reduzir a demanda existente do sistema de transporte como um todo. Uma das ações no modelo de avaliação é o planejamento do sistema viário, que é avaliar o uso misto nos bairros da cidade e direcionar o acesso à serviços locais com intuito de focar na redução das necessidades das viagens de transporte.
- **Eficiência das Viagens**: relacionada à “*Shift*” – “mudar” a demanda por viagens para modos mais eficientes, aumentando assim, o nível de eficiência energética das viagens individuais, o objetivo é pesquisar tendências mundiais a serem aplicadas no Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana. A micromobilidade é uma destas tendências e tem um alto potencial para mudar hábitos de mobilidade em direção ao uso de modos de transporte mais eficientes e também ao uso do transporte ativo.

- Eficiência Veicular: relacionada à “*Improve*” – “melhorar/otimizar” viagens existentes por meio do uso de melhores veículos e fonte de energia. O Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana tem como objetivo avaliar o uso de energia limpa, com ênfase na Eletromobilidade e também avaliar a evolução do consumo energético dos veículos quanto sua classificação de emissões de poluentes relativas aos limites vigentes do Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBE Veicular).



Figura 13 - Estratégias para a promoção da EE em transporte
 Fonte: Caderno Técnico de Eficiência Energética – BRASIL, 2018.

Brasil (2018a) comenta sobre a importância da classificação pela metodologia ASI direciona os gestores a compreender preliminarmente se a ação evita a necessidade dos deslocamentos “*Avoid*”, se muda o comportamento do usuário a utilizar modos mais eficientes “*Shift*” ou se melhora a eficiência por meio da tecnologia veicular “*Improve*”. Nesse sentido, a metodologia torna-se mais clara para avaliar se o monitoramento e os indicadores escolhidos estão sendo executados de modo coerente, colaborando assim, para o processo de seleção e avaliação destas ações.

De acordo com Brasil (2018a), os benefícios da gestão da mobilidade urbana podem ser identificados nas três dimensões da sustentabilidade: Social, Ambiental e Econômica.

No âmbito da Dimensão Social, os benefícios favorecem maior equidade no acesso à cidade e estão relacionados também a melhorias na saúde, segurança e qualidade de vida da população. Uma possível solução seria de gestão seria a priorização na utilização do transporte público coletivo, que ocupa menos espaço para atender a mesma demanda que utilizaria o

transporte individual, possibilitando um ambiente urbano com mais áreas para o lazer e para o pedestre (BRASIL, 2018a). Para a Dimensão Ambiental, refere-se à poluição atmosférica. Isto ocorre em função da principal fonte de energia utilizada pelos transportes ser os combustíveis fósseis, derivados de petróleo. Nesse sentido, o transporte ativo seria um fator principal ao meio ambiente, à frente da transformação das cidades, por estimular a utilização de um transporte limpo e favorecer na contribuição de um menor uso de energia (BRASIL, 2018a). Já com relação à Dimensão Econômica, refere-se à importância da gestão da mobilidade urbana estar relacionada à redução dos gastos de energia e dos gastos públicos, pois pode favorecer a alocação adequada dos investimentos e direcionar parte à segurança nas vias, e assim, reduzir o número de vítimas de acidentes de trânsito (BRASIL, 2018a).

Para criar cidades para pessoas ao invés de carros, é necessário um enfoque inovativo para os problemas de transporte comumente enfrentados no Brasil, visando uma mobilidade mais sustentável e uma melhora na qualidade de vida dos cidadãos brasileiros (BRASIL, 2018a).

2.6 Experiências Internacionais de Eficiência Energética para o Transporte

Com relação às experiências internacionais sobre a EE no transporte, em 2018, Londres adotou a Estratégia de Transporte Prefeito, que estabelece políticas e propostas para reformular o transporte da cidade até o ano de 2041, abrangendo todos os modos de transportes. A Estratégia refere-se ao compartilhamento de caronas e outros serviços de baixa ocupação, e introduz a abordagem de 'ruas saudáveis', que prioriza a saúde humana e a experiência no planejamento, para que a cidade funcione melhor para todos (MOSCHOLIDOU e PANGBOURNE, 2020).

Brasil (2021b) comenta que a maioria dos Estados-Membros da União Europeia têm estratégias de transporte ou planos de ação e políticas que giram em torno das seguintes medidas: melhoria da eficiência dos veículos com base na política da UE (etiquetagem, incentivos, descarte de carros antigos, imposto anual de automóvel ou rodoviário). Já os EUA contam com padrões de economia de combustível em vigor desde a década de 1970, pela *Energy Policy and Conservation Act* – Política de Energia e Lei de Conservação (EPCA).

O Cenário de Políticas Declaradas - *Stated Policies Scenario* (STEPS) elaborou o cenário básico dos relatórios principais da Agência Internacional de Energia, considerando as “Perspectivas de Energia Mundial” e as “Perspectivas de Tecnologia de Energia”. Esse cenário

reflete todas as políticas existentes, ambições políticas e metas que foram legisladas ou anunciadas por governos em todo o mundo. Inclui também políticas e regulamentações atuais relacionadas a veículos elétricos, bem como os efeitos esperados de implantações anunciadas e planos das partes interessadas da indústria. O objetivo do STEPS é mostrar os planos dos formuladores de políticas e ilustrar suas consequências (IEA, 2021).

Esse cenário baseia-se em três pilares importantes: i) garantir o acesso universal à energia para todos até 2030; ii) provocar reduções drásticas nas emissões de poluentes atmosféricos; iii) cumprir as metas climáticas globais em linha com o Acordo de Paris. Entretanto, para atingir esses pilares o cenário requer uma redução rápida da intensidade de carbono da geração de eletricidade, mudanças no comportamento de direção e utilização de transporte público ou modos não motorizados, resultando em redução de quilômetros rodados anuais e estoque de veículos (IEA 2021).

De acordo com Businge *et al.* (2019), o Sistema de Pesquisa de Energia - *Ricerca sul Sistema Energético* - RSE desenvolveu um projeto de Estratégia de Mobilidade Sustentável e Inteligente – *Intelligent Strategies Towards a Sustainable Mobility* – STORM, que visa estudar soluções e políticas inteligentes e sustentáveis para o planejamento de uma mobilidade sustentável, com objetivo de suprir a necessidade do transporte de passageiros, enfatizando as metas econômicas de eficiência energética e ambientais. Foi realizado um estudo na área metropolitana de Milão, que tem uma alta densidade populacional e uma forte oferta de transporte, o qual assumiu a demanda de mobilidade como uma constante e foram testados 8 cenários, que podem ser classificados em dois grupos principais:

- 4 medidas para fortalecer a oferta de transporte público;
- 4 medidas para restringir e desencorajar o uso de veículos particulares ou introduzir uma parcela relevante de veículos elétricos.

Para cada medida, foi realizada uma análise em termos de eficiência energética, redução de tráfego e impacto ambiental, a fim de elaborar um ranking das medidas mais vantajosas e promissoras para a mobilidade urbana. Businge *et al.* (2019) comentam que os resultados preliminares parecem sugerir que as medidas de mobilidade que desencorajam o uso de automóveis e promovem a evolução tecnológica para os carros verdes são mais vantajosas. Por outro lado, as medidas a favor dos transportes públicos são particularmente penalizadas pelos elevados investimentos necessários à construção das infraestruturas e ao reforço das frotas circulantes.

2.7 Descarbonização do Transporte Urbano

A descarbonização é o processo de redução de emissões de carbono na atmosfera, especialmente de dióxido de carbono (CO₂), principal causador do Efeito Estufa. Tem por objetivo alcançar uma economia global com emissões reduzidas para conseguir a neutralidade climática por meio da transição energética (GÖHLICH *et al.*, 2021). Para Krishankumar *et al.* (2022), Carbono Zero é a palavra da moda atual que desperta interesse em muitas pessoas ao redor do mundo. A atual situação deu ao mundo um alarme para agir no sentido da redução/erradicação da pegada de carbono. Göhlich *et al.* (2021) comentam que as questões de proteção do clima, proteção da qualidade do ar local, espaço urbano limitado e escassez de recursos sugerem que o sistema de transporte precisa se ajustar a esses desafios.

A Comissão Europeia concordou com o “Acordo Verde Europeu”, que inclui ter zero emissões líquidas de gases de efeito estufa (GEE) até 2050 e dissociar o crescimento econômico do uso de recursos. Para atingir este objetivo, “é necessária uma redução de 90% nas emissões de transporte até 2050” (KRISHANKUMAR *et al.*, 2022).

A Organização das Nações Unidas – ONU propõe na Agenda 2030 um pacto global em prol do desenvolvimento sustentável Agenda 2030. A proposta envolve uma diversidade de campos de atuação, que podem ser destaque para esta pesquisa são: ODS 7 que refere-se à Energia Acessível e Limpa, que tem como meta assegurar o acesso universal, confiável, moderno e a preços acessíveis a serviços de energia até 2030. Já na ODS 11 refere-se às Cidades e Comunidades Sustentáveis, que tem como meta garantir o acesso de todos a moradia digna, adequada e a preço acessível; aos serviços básicos e urbanizar os assentamentos precários de acordo com as metas assumidas no Plano Nacional de Habitação, com especial atenção para grupos em situação de vulnerabilidade até 2030. E na ODS 13 refere-se à Ação Contra a Mudança Global do Clima como meta Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países (BRASIL, 2020b).

2.7.1 Hidrogênio Verde: O Combustível do Futuro

Fredershausen *et al.* (2021) comentam que, o hidrogênio foi identificado como uma alternativa atraente aos combustíveis fósseis na construção de sistemas e economias de energia verde e circular. Devido à maior disponibilidade de energia renovável, progresso tecnológico e metas climáticas, o hidrogênio está atualmente na vanguarda das atuais pesquisas. Conforme Brasil (2021c), o hidrogênio verde é produzido, sobretudo, a partir da eletrólise da água utilizando eletricidade renovável. Com possibilidade de substituir o gás natural, petróleo e

carvão, é apontado como o combustível do futuro. O hidrogênio pode ser utilizado diretamente como fonte de energia de baixo ou nulo carbono (a depender de seu processo de produção), em setores de difícil eletrificação e como vetor para armazenamento de energia, viabilizando maior entrada de renováveis variáveis como a eólica, a solar.

O hidrogênio é visto como um recurso com capacidade de promover o acoplamento dos mercados de combustíveis, elétrico, industrial e outros (BRASIL, 2021c). O governo alemão prevê uma alta demanda de hidrogênio verde em 2030 para cumprir as metas de descarbonização (BREUER *et al.*, 2021).

2.7.2 *Acordo Paris*

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2016), a mudança climática é um dos principais desafios a serem enfrentados pela comunidade internacional. Assim, os países estabeleceram o regime de mudança do clima, que tem como principais fundamentos a Convenção-Quadro das Nações Unidas, o Protocolo de Quioto e, mais recentemente, o Acordo de Paris.

O Acordo de Paris foi estabelecido no âmbito da 21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP 21/UNFCCC), tem como principal objetivo a redução de emissão de GEE a fim de conter o aquecimento global. Esse acordo reforça a necessidade da manutenção da temperatura mundial abaixo de 2°C, de preferência a 1,5°C, em comparação com os níveis pré-industriais. (PNME, 2021).

Conforme os autores Gryparis *et al.* (2020), o acordo de Paris visa mitigar o impacto das mudanças climáticas nas próximas décadas, com uma mistura de medidas, incluindo incremento de energias renováveis, maior eficiência energética e redução de emissões com metas ambiciosas. Com foco nas emissões de transporte, a nova meta é a redução da emissão de GEE em 60% até 2050.

2.8 Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular e de Pneus

O Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV), inserido no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), tem por objetivo medir, padronizar e registrar o nível de eficiência energética de veículos automotores leves comercializados no país. É aplicado ao transporte individual de passageiros, incentivando a promoção de hábitos eficientes de consumo, por meio da promoção de um maior nível de informação ao consumidor,

auxiliando-o em uma decisão de compra mais consciente. Estimula ainda a produção e importação de veículos mais eficientes e econômicos (BRASIL, 2021a).

No âmbito do programa, a principal ferramenta de informações aos consumidores é a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), que classifica os modelos de veículos das 15 categorias existentes, que devem ser informados os valores de consumo energético de MMT (marca, modelo, motor e transmissão), segundo o consumo de combustível, variando de “A” para mais eficiente a “E” para menos eficiente. A etiqueta mostra ainda outras informações, como a autonomia em km/l de combustível na cidade e na estrada e a emissão de CO2 de origem fóssil (g/km), conforme **Figura 14**. (BRASIL, 2021a).

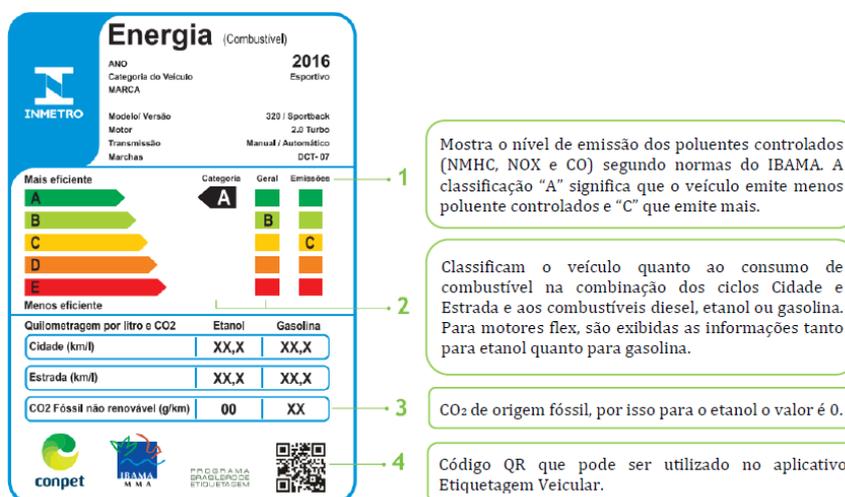


Figura 14 - Etiqueta para veículos

Fonte: Brasil (2022).

O Programa Brasileiro de Etiquetagem de Pneus também oferece ao consumidor uma visão geral da qualidade do pneu e do desempenho ambiental. Os consumidores podem comparar os pneus em três critérios padronizados e ver quais pneus oferecem menor resistência ao rolamento, que têm melhor aderência em piso molhado e que oferecem níveis mais baixos de saída de ruído, conforme **Figura 15**.



Figura 15 - Etiqueta para pneus
 Fonte: Brasil (2021a).

Segundo autores Salvo Junior *et al.* (2021), a indústria automotiva tem investido em tecnologias ambientais para reduzir as emissões, e uma forma de medir os índices de eficiência energética de veículos é o Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (BVLV), coordenado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro.

2.9 Desafios Adaptativos e Perspectivas Relacionados à Pandemia Covid-19

É sabido que a Pandemia COVID-19 interferiu na rotina das pessoas de diferentes formas, inclusive restringindo não somente as viagens diárias feitas por lazer, mas também as que foram realizadas de casa para o trabalho. Os desafios impostos pela restrição dos deslocamentos e do contato social, recomendados pelo Organização Mundial da Saúde (OMS) e autoridades locais, para conter o contágio e a disseminação do vírus, causaram prejuízos significativos e evidentes a curto prazo. Todavia, a pandemia ofereceu caminhos para a transformação deste cenário no médio-longo prazo (BRASIL, 2021b). Em 2023 a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou o fim da pandemia. Entretanto, o mundo ainda recupera dos efeitos devastadores da COVID-19.

A COVID-19 trouxe dificuldades em muitos ramos da economia, incluindo efeitos significativos no setor de transporte urbano (TURO, KUBIK e CHEN, 2021). Na Pandemia COVID-19, a Holanda registrou uma queda de 55% no número de viagens realizadas em comparação a 2019, com quase 80% da população reduziu suas atividades ao ar livre. O metrô de Nova York, um dos maiores sistemas de metrô do mundo, sofreu uma queda de 90% no número de passageiros (TEIXEIRA *et al.*, 2021). Já os EUA observou-se uma redução nas

viagens e nos tempos de viagem foi de 60% e 26%, respectivamente em relação ao ano de 2020 (Rahman *et. al.*, 2021). Para Barbarossa (2020), o desafio é garantir um novo “direito à cidade” que englobe os serviços essenciais, bem como um modo de vida diferente e adaptado à nova crise sanitária. O “direito à cidade” é também o direito de reinventar e mudar a forma da cidade e do ambiente urbano de acordo com as novas necessidades.

Conforme dados de Brasil (2021b), Nova York e Paris destacaram-se na criação de infraestruturas de emergência e aceleraram a expansão dos serviços de bicicletas e patinetes elétricas. Bogotá expandiu, em princípio, temporariamente sua ciclovias em 76 km para reduzir o congestionamento no transporte público e evitar a propagação da COVID-19, bem como melhorar a qualidade do ar. A redução dos serviços de transporte público adotada como estratégia para diminuir os níveis de circulação de pessoas e limitar a disseminação à COVID-19, na prática, pode se revelar como catalisadora de sua propagação descontrolada, por promover aglomerações em terminais e veículos (Ribeiro, 2020).

O sistema de trabalho *home office* (teletrabalho) adotado por diversos países na pandemia, é uma forte tendência de permanência. *Working from Home* - (WFH) - Trabalhar em casa é definido como “trabalho periódico em casa” um ou mais dias por semana. Conforme dados no relatório *Mobility Futures 2021*, diversos países estão trabalhando em casa, e a maioria das empresas pretende continuar com o trabalho remotamente após a pandemia, conforme apresentada na **Figura 16**.

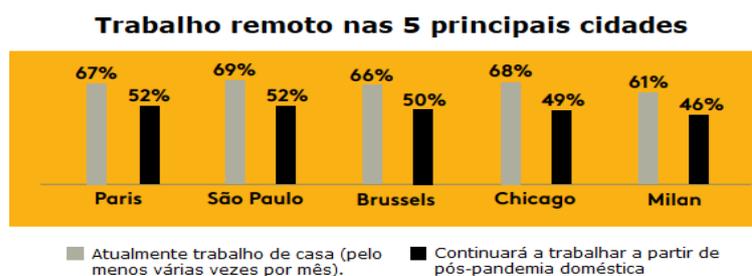


Figura 16 - Trabalho remoto nas cinco principais cidades
Fonte: Adaptado de Grupo Kantar (2021)

A proposta de *home office* tem sido considerada como uma forma alternativa de organizar o trabalho a fim de proporcionar flexibilidade aos trabalhadores, equilibrando responsabilidades de trabalho e vida social, e assim, economizando tempo de deslocamento (AFRIANTY *et al.*, 2021). A presença física não é uma medida de desempenho. O mais importante é que o aprendizado continue acontecendo com trabalho em casa, o que reduz a necessidade de deslocamento (KEMENDIKBUD, 2020).

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 Classificação da Pesquisa

Este capítulo tem por objetivo apresentar o percurso metodológico utilizado para a análise do objeto de pesquisa escolhido.

Para Marconi e Lakatos (2003) a pesquisa é uma atividade contínua e a reformulação das teorias tendem a ocorrer simultaneamente com a observação de novos fatos; se as teorias existentes não podem ajustar os novos fatos à sua estrutura, devem ser reformuladas. Para Severino (2013) o conhecimento é, pois, elemento específico fundamental na construção de investigações que possam traduzir em contribuições que apresenta um problema ou uma hipótese gerada.

Com relação aos objetivos, a pesquisa é classificada como descritiva, visto que o objetivo é explorar e explicar sobre determinado tema, fornecendo informações adicionais sobre ele. Para Triviños (1987), os estudos exploratórios permitem ao investigador aumentar sua experiência em torno de determinado problema. O pesquisador parte de uma hipótese e aprofunda seu estudo nos limites de uma realidade específica, buscando antecedentes, maior conhecimento para uma pesquisa descritiva ou de tipo experimental.

Para a modelagem utiliza-se o método de análise de decisão multicritério, por meio do Processo Hierárquico Analítico (AHP), pois possibilita um estudo estruturado dos critérios de avaliação por meio de uma estrutura hierárquica de decisão. Possibilita ainda a consideração de julgamentos de especialistas e a análise da importância dos critérios utilizando comparação pareada dos mesmos.

3.2 Etapas da Pesquisa

Com objetivo de desenvolver um Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana, a **Figura 17** apresenta as etapas de pesquisa com o desenvolvimento do Modelo de Avaliação de Desempenho de EEMU e sua aplicação no caso de estudo (cidade de São Paulo-SP).



Figura 17 - Metodologia de pesquisa
 Fonte: Elaboração própria

Na **etapa 1**, chamada de inteligência, trata do desenvolvimento do Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana. Inicialmente, foi realizado um levantamento bibliográfico acerca do panorama geral do uso da mobilidade urbana sustentável e de eficiência energética em transportes nos contextos internacional e nacional. A revisão da literatura permitiu definir os três pilares centrais que deram origem ao Modelo de Avaliação de EEMU: Eficiência Sistêmica, Eficiência das Viagens, e Eficiência Veicular. Na sequência um conjunto de critérios foi desenvolvido e organizado de forma hierárquica compondo os 4 níveis da estrutura: Pilares (nível 1) Temas (nível 2), Iniciativas (nível 3) e Atributos (nível 4). Uma vez selecionados os critérios, foram elaboradas com base na revisão da literatura, os conceitos, descrição e métricas de todos os atributos (nível 4), incluindo a definição da escala de valor para realizar a avaliação de cada um quanto ao desempenho no caso de estudo, ou seja, desempenho do atributo no município de São Paulo – SP. Nessa etapa, ainda foram construídas as matrizes de comparação par a par do AHP, que só foi possível com a estruturação hierárquica do Modelo de Avaliação de EEMU.

A **etapa 2** trata da aplicação do modelo de avaliação no município em estudo. Inicialmente, foi necessário fazer a escolha de especialistas nas áreas de energia, meio ambiente e transporte. O critério de escolha da amostra faz necessário o amplo conhecimento dos especialistas nas áreas de energia, meio ambiente e transporte para que a análise dos critérios

sejam coerentes e não fujam do proposto, que é a elaboração do Índice de Eficiência Energética para o município de São Paulo. O convite para avaliação das matrizes AHP foi enviado para 15 especialistas, em janeiro de 2023. Entretanto, doze especialistas responderam as matrizes AHP. Foram então, aplicadas as matrizes e calculadas posteriormente o peso dos critérios dos níveis 1, 2 e 3. Os atributos do nível 4 foram utilizados para auxiliar a coleta de dados com a posterior quantificação quanto ao seu desempenho no caso estudado.

Por fim, a **etapa 3** conta com a análise de resultados e de sensibilidade, que foi feita depois de agregar os valores dos pesos de todos os critérios aplicados ao método AHP e desempenho dos atributos do 4º nível. Nessa etapa foi calculado o IEEMU global e por pilares, possibilitando fazer a análise dos resultados agregada e a posterior análise de sensibilidade, que foi realizada por meio de geração de cenários com alteração de valores de desempenho, simulando uma situação melhor do que a situação atual de eficiência energética da mobilidade em São Paulo.

3.3 O método AHP

O método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) foi desenvolvido pelo Professor Tomas L. Saaty e teve origem no início da década de 70, quando o mesmo questionava de que maneira as pessoas processavam informações necessárias para a tomada de decisão em suas mentes e de que modo expressavam seu julgamento. Saaty (1991) afirma que o método AHP trabalha de maneira semelhante à mente humana, ou seja, ao se deparar com um grande número de elementos, a mente busca consolidá-los em grupos comuns, repetindo o processo para agregação em grupos superiores até chegar ao objetivo central do problema.

Para Saaty (1990), a AHP fornece a matemática objetiva para processar a tomar uma decisão. Com utilização do método AHP é desenvolvidas prioridades para alternativas e os critérios usados para julgar as alternativas. Nesse sentido, o problema de escalonamento multidimensional é então transformado em um problema de escalonamento unidimensional. Assim, para tomar uma decisão, deve-se definir o problema, a necessidade e finalidade da decisão, os critérios da decisão e seus subcritérios, as partes interessadas e grupos afetados e as ações alternativas que serão tomadas. A partir disto, determina-se a melhor alternativa (SAATY, 2008).

Singh e Nachtnebel (2016) definem os princípios do AHP baseados no método axiomático, que fornece a base teórica, na qual o método está fundamentado. O método

axiomático baseia-se: o primeiro é a comparação recíproca, que é a ferramenta básica para fazer comparações em pares. O segundo, o “axioma da homogeneidade”, são os elementos que estão sendo comparados e não devem diferir muito, caso contrário, poderá haver erros de julgamento maiores. Essa comparação é baseada na escala Saaty, apresentada na **Tabela 1**. O terceiro, o “axioma de síntese”, afirma que julgamentos sobre as prioridades dos elementos em uma hierarquia (critérios) não dependem de elementos de nível inferior (subcritérios). O quarto axioma refere-se na ideia de que um bom resultado só pode ter boas expectativas quando os critérios estão bem representados na hierarquia.

Tabela 1 - Valores de constante de escala relativos aos julgamentos do método AHP
Escala fundamental de Saaty

Intensidade de importância (escala absoluta)	Definição	Explicação
1	Igual importância	As duas atividades contribuem da mesma maneira para o objetivo
3	Pouco mais importante	Uma atividade é ligeiramente mais importante que a outra
5	Muito mais importante	Uma atividade é mais importante que a outra
7	Bastante mais importante	Uma atividade é muito mais importante que a outra
9	Extremamente mais importante	Uma atividade é expressivamente mais importante que a outra
2, 4, 6 e 8	Para relação entre os valores acima	Quando uma atividade é um pouco mais importante que a outra e fica entre dois níveis de importância

Fonte: Adaptado de SAATY (1994).

Com relação à estrutura hierárquica, Barbosa *et al.* (2017) comentam que, para definição dessa estrutura, o problema de decisão é construído por meio da definição do objetivo geral, avaliação dos critérios e subcritérios e, por fim, das variantes.

Saaty (1990) comenta que a estrutura hierárquica tem dois objetivos: o primeiro de fornecer uma visão geral das interações complexas inerentes à situação, e o segundo de auxiliar o tomador de decisão a avaliar se os critérios relacionados com os objetivos específicos em cada nível são da mesma ordem de grandeza, assim, pode-se comparar tais elementos homogêneos, que pode ser observado na **Figura 18**.

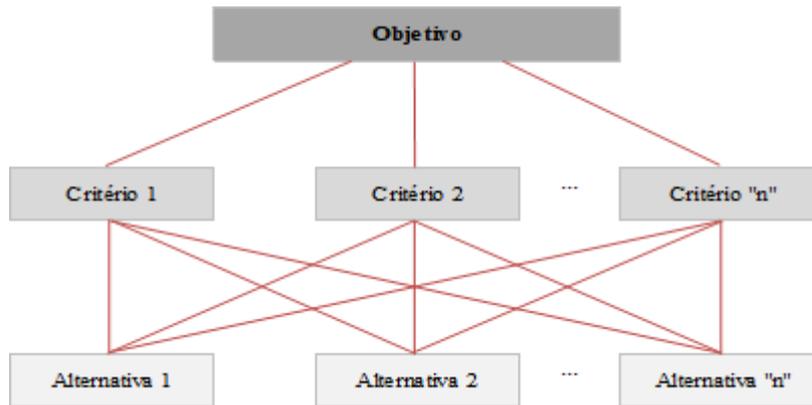


Figura 18 - Estrutura hierárquica
 Fonte: Adaptado de SAATY (1994).

Para matriz de comparação par a par, apresentada nas **Figura 19** e **Figura 20**, é indicada a importância do critério da linha em relação ao critério da coluna. Para Bandeira, *et al.*, (2014), essa comparação busca não somente responder qual dos dois elementos é o mais importante, como também, o quão mais importante um elemento é se comparado com outro.

Conforme Equação 1, o valor a_{is} refere-se à importância do critério da linha i em relação ao critério da coluna j , conforme apresentado (SAATY, 1990).

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \text{ para } i \neq j \text{ e } \quad a_{ij} = 1 \text{ para } i = j \quad (1)$$

	Critério 1	Critério 2	Critério 3
Critério 1	1	a_{12}	a_{13}
Critério 2	$1/a_{12}$	1	a_{23}
Critério 3	$1/a_{13}$	$1/a_{23}$	1

Figura 19 - Matriz de comparação par a par
 Fonte: Adaptado de SAATY (1994).

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extrema-mente	bastante	muito	pouco	igual	pouco	muito	bastante	Extrema-mente

←
MENOS IMPORTANTE
→
MAIS IMPORTANTE

Figura 20 - Escala de valores utilizada para determinação da importância entre dois elementos da estrutura hierárquica
 Fonte: Adaptado de SAATY (1994).

Por meio da matriz de comparação, na Equação 1 (A), é calculada a matriz de comparação normalizada na Equação 2 (A'). Os valores que compõem a matriz normalizada (a'ij) são calculados dividindo cada valor da matriz A pelo somatório dos valores da coluna ao qual ele pertence.

$$a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_i^n a_{ij}} \quad (2)$$

Para os pesos dos critérios são obtidos calculando-se o autovetor, que é obtém o resultado da divisão entre o somatório dos valores da linha da matriz normalizada pela quantidade de critérios, conforme Equação 3.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n a'_{ij}}{n} \quad (3)$$

Para verificação da consistência dos dados, que tem o objetivo de verificar se os tomadores de decisão foram consistentes nas opiniões referentes à tomada de decisão para avaliação dos pesos, é feito através do cálculo da Razão de Consistência- RC (*Consistency Ratio*). Conforme Equação 4, a verificação da inconsistência é realizada por meio do cálculo da Razão de Consistência- RC (*Consistency Ratio*), em que IC refere-se ao Índice de Consistência e RI (*Random Index*) - Índice de Aleatoriedade.

$$RC = \frac{IC}{RI} \quad (4)$$

O Índice de Aleatoriedade (RI) é um valor tabelado, baseado no número de critérios comparados, conforme **Tabela 2**. O cálculo de Índice de Consistência (IC) é feito por meio da Equação 5, em que “n” refere-se ao número de elementos a serem comparados, “λmáx”, refere-se ao autovalor de A, que para obter o autovalor de A (λmáx) é utilizada a Equação 6, em que w' refere-se à multiplicação da matriz Aij pelo vetor prioridade w, ou seja, Aij x w, e w refere-se ao vetor de prioridade, apresentada na Equação 3.

Tabela 2 - Índice de aleatoriedade

Número de Critérios "n"	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice de Aleatoriedade (RI)	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: Adaptado de SAATY (1990).

$$IC = (\lambda \max - n)/(n - 1) \quad (5)$$

$$\lambda \max = \frac{1}{n} \left(\frac{w'_1}{w_1} + \frac{w'_2}{w_2} + \dots + \frac{w'_n}{w_n} \right) \quad (6)$$

A propriedade recíproca joga um papel importante em combinar os julgamentos de vários indivíduos para obter um único julgamento para o grupo. Os julgamentos devem ser combinados de modo que o recíproco dos julgamentos sintetizados é igual às sínteses dos recíprocos desses julgamentos (SAATY, 2008).

Por fim, a última etapa da aplicação do método multicritério para a geração do Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana consiste na agregação dos valores dos pesos, que foram obtidos por meio da Equação 3 e também dos valores normalizados dos critérios, agregando os valores, é obtido um *score* S, que fornece um arranjo das opções, conforme Equação 7, em que S refere-se ao valor final do *score*, w_i refere-se ao peso do indicador i e x_i refere-se ao valor normalizado ou desempenho do critério i.

$$S = \sum_i w_i x_i \quad (7)$$

3.4 Objeto de Estudo

A pesquisa é aplicada no município de São Paulo, a capital mais populosa do Brasil, e integrante da Região Metropolitana de São Paulo.

O município está localizada na região Sudeste do estado de São Paulo, entre as coordenadas geográficas latitude: 23° 32' 56" Sul, Longitude: 46° 38' 20" Oeste (IBGE, 2020).

Segundo dados do IBGE (2020), a Região Metropolitana de São Paulo possui em torno de 21,9 milhões de habitantes em 2020, o que representa cerca de 10% da população brasileira. A população estimada para Capital São Paulo é em torno de 12,3 milhões de habitantes, conforme pode ser observado na **Figura 21**.

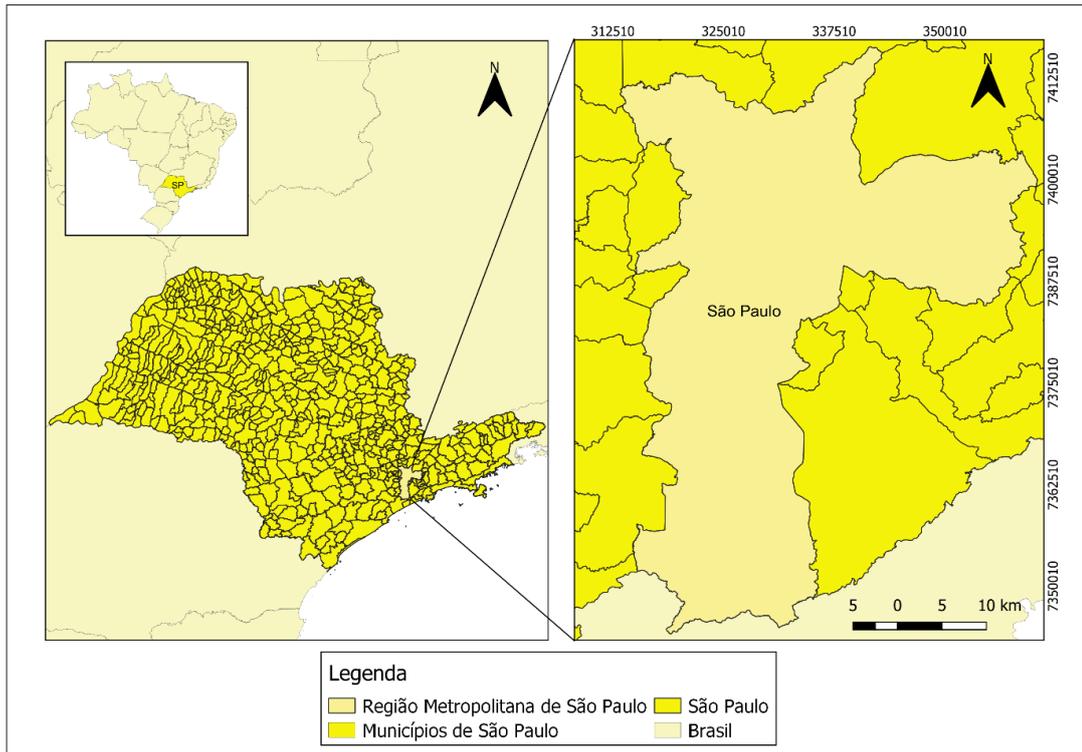


Figura 21 - Mapa de localização do município de São Paulo/SP
Elaboração própria.

Segundo dados da Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento – SMUL (2022), o atual Plano Diretor Estratégico (PDE) de São Paulo foi aprovado em 2014 e tem vigência prevista até 2029. Por ser uma lei de aplicação a longo prazo, o próprio Plano prevê uma revisão intermediária para ajustes pontuais.

O Plano Diretor Estratégico de São Paulo (2014), prioriza o transporte público coletivo e modos não motorizados de deslocamento, como a circulação de pedestres e ciclistas; vincula a política de desenvolvimento urbano à política de mobilidade, buscando orientar o crescimento da cidade nas proximidades do transporte público; prevê a ampliação, qualificação e integração dos sistemas de mobilidade; estabelece fontes de financiamento permanente; e define diretrizes e prazo para a elaboração participativa do Plano Municipal de Mobilidade.

Em 2021, a Prefeitura Municipal de São Paulo iniciou a revisão intermediária de estudos técnicos, em conjunto com a população para conscientização do processo revisional e recolhimento de contribuições. Segundo a SMUL (2022), todo o trabalho realizado permitiu a continuidade desse processo em 2022 com debates com a sociedade acerca dos limites da revisão e das propostas de ajuste na lei. Essa revisão refere-se à um relatório do escopo da

revisão, que apresenta à população os temas do Plano que tiveram maior destaque no processo participativo realizado até agosto de 2022.

O Plano de Mobilidade de São Paulo – PlanMob/SP 2015 foi instituído pelo Decreto 56.834 de fevereiro de 2016 e é o instrumento de planejamento e gestão do Sistema Municipal de Mobilidade Urbana para os próximos 15 anos (PlanMob/SP, 2015). O PlanMob/SP (2015) foi elaborado pela Prefeitura do Município de São Paulo, com apoio técnico da Secretaria Municipal de Transporte e das empresas públicas, como por exemplo, a São Paulo Transporte - SPTrans e a Companhia de Engenharia de Tráfego - CET, em parceria com as demais secretarias municipais afeitas aos temas da mobilidade urbana, do desenvolvimento urbano e do parcelamento e uso do solo, notadamente a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano.

Para Prefeitura Municipal de São Paulo (2019), a qualificação dos modos de transporte não motorizados, como a circulação de pedestres e ciclistas, é fundamental para fazer de São Paulo uma cidade mais humana. Além disso, devem-se criar mecanismos que garantam a acessibilidade a todos e minimizem os impactos ambientais, como a emissão de gases poluentes na atmosfera. Conforme a Secretaria Municipal de Transporte de São Paulo – SMUL-SP, a Prefeitura Municipal de São Paulo (2019), um dos principais desafios da mobilidade urbana em São Paulo é a ampliação e a qualificação do conjunto articulado de sistemas de mobilidade urbana (transporte coletivo, circulação de pedestres e ciclistas, sistema viário, hidroviário, aeroviário e de logística e cargas), o que resultaria numa rede de transportes mais equilibrada. Em 2020 foi aprovada a Lei Municipal nº 17.336, que trata sobre a obrigatoriedade de pontos de abastecimento de veículos elétricos em novas edificações residenciais e comerciais dentro do município de São Paulo (SÃO PAULO/SP, 2020).

3.4.1 Sistema de Transporte em São Paulo

De acordo com SPTrans (2021), em 2021 foram utilizados R\$ 7.811 bilhões para os investimentos e pagamentos das despesas para o funcionamento dos serviços do Sistema de Transporte. A receita total do Sistema de Transporte subiu 8% no mês, com exceção das receitas diversas, todas as modalidades apresentaram crescimento no ano. Isso é reflexo do aumento de passageiros a partir do segundo semestre e, ainda, do efeito da extinção da gratuidade para os idosos na faixa de 60-64 anos. Já para o desembolso total do Sistema de Transporte cresceu 5% em 2021 (SPTRANS, 2021).

De acordo com SPTrans (2021), os serviços de transporte coletivo público de passageiros no Município de São Paulo incluem linhas de ônibus municipais, linhas de metrô e trens metropolitanos e linhas de ônibus intermunicipais, que interligam a Cidade aos outros municípios da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP.

O trabalho colaborativo e constante entre as equipes técnicas da SPTrans, da Companhia de Engenharia de Tráfego – CET e dos demais órgãos responsáveis pelo planejamento, gestão e fiscalização da rede metropolitana de transporte público: Companhia Metropolitana de São Paulo – Metrô, Companhia Paulista de Trens Metropolitanos – CPTM e EMTU– resultam em projetos e propostas mais adequados aos usuários, visando à integração entre os sistemas.

São abordados itens como a criação de terminais de ônibus, implantação de baias, análise do dimensionamento, adequação do viário interno e externo aos terminais para a circulação dos ônibus e melhoria da integração física das instalações, visando maior segurança aos usuários, conforme **Figura 22**. A interação entre a SPTrans e as demais empresas públicas envolvidas, assim como empresas contratadas, se faz também por meio de reuniões técnicas e vistorias conjuntas aos locais de intervenção (SPTRANS, 2021).

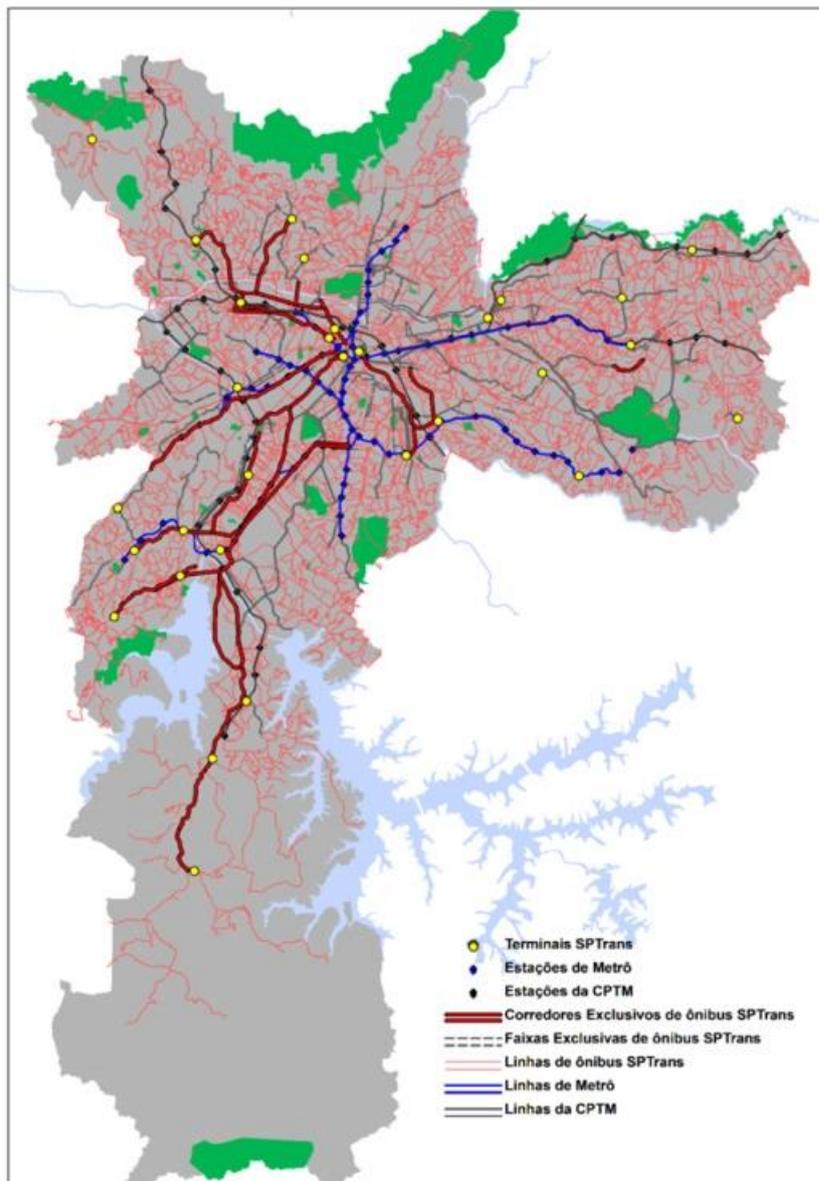


Figura 22 - Mapa referente às linhas de ônibus municipais, linhas de metrô e trens metropolitanos e linhas de ônibus intermunicipais, que interligam a cidade aos outros municípios da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP
 Fonte: SPTrans (2021)

3.4.2 *Balanço Energético do Estado de São Paulo*

O Balanço Energético do Estado de São Paulo é elaborado anualmente pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. O objetivo é divulgar dados e informações do consumo de energia no Estado. Com isso, o balanço torna-se uma ferramenta importante para análise da estrutura e evolução da Matriz Energética Paulista subsidiando estudos de planejamento e de política energética.

A **Figura 23** apresenta a participação do consumo final no ano base de 2021 tem como principal consumidor de energia o setor industrial (41%), seguido pelo setor de transportes (33%), demais (13%), residencial (9%) e comercial (4%).

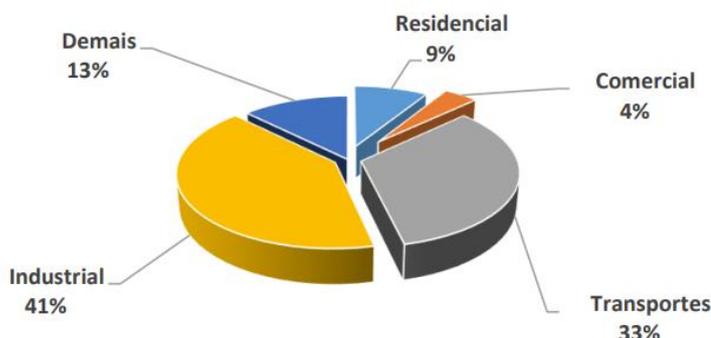


Figura 23 - Participação do consumo final por setor
Fonte: Balanço Energético do Estado de São – Paulo - ano base 2021

3.4.2.1 Matriz Energética do Estado de São Paulo - 2035

Em 2011, o Governo do Estado de São Paulo, por meio de sua Secretaria de Energia (SE-SP), publicou um estudo sobre a construção da Matriz Energética do Estado de São Paulo para um horizonte de 2005-2035, com ações na área de energia com intuito de orientar ações públicas por 30 anos e beneficiar a sociedade de um modo geral. A iniciativa foi avaliar o uso de energia limpa e sustentável, que orientará os investimentos no setor pelos próximos anos. Os dados apresentado foram baseados e/ou retirados do documento disponibilizado, Sumário Executivo do trabalho desenvolvido (SE-SP, 2011).

O estudo foi dividido em três principais módulos: Economia; Tecnologia e Eficiência; e Oferta e Autoprodução de Energia. Estes módulos foram permeados pela análise de Políticas Públicas de ações já em curso ou de medidas já aprovadas e em execução por parte da União do Estado e do Município de São Paulo.

Os Planos e Políticas Públicas das três esferas governamentais foram considerados nos cenários econômico, tecnológico e de oferta à medida que possam alterar o direcionamento de uma ou mais variáveis presentes no estudo (desde políticas de expansão e melhoria do transporte coletivo a políticas de incentivo à eficiência energética).

Do ponto de vista dos setores que compõem a demanda de energia de São Paulo, ainda para o Cenário Base, tem-se a **Figura 24** ilustrando o crescimento do setor de transporte, que parte de 33% no ano base para uma participação de 36% no ano final da simulação. O consumo

setorial no ano base tem como principal consumidor de energia o setor industrial, seguido pelo setor de transportes e residencial, com respectivamente 47%, 33% e 8% de participação no consumo total paulista.

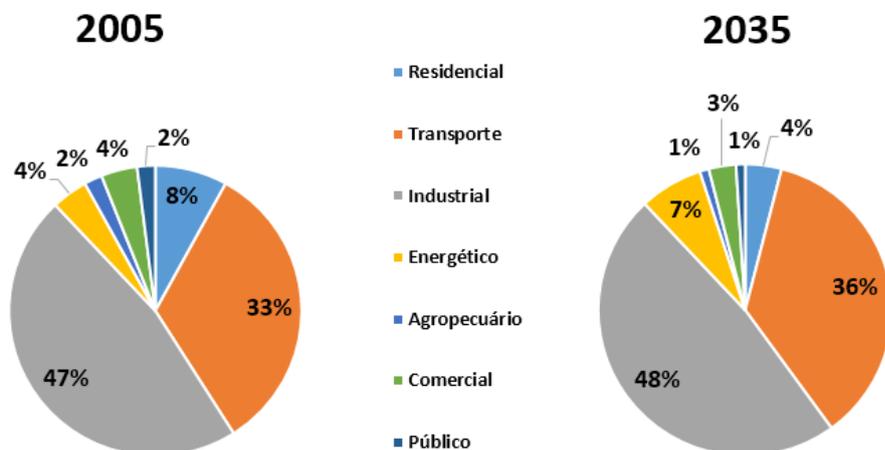


Figura 24 - Participação setorial na demanda energética do estado de SP 2005 – 2035
 Fonte: Adaptado (SE-SP, 2011).

Para SE-SP (2011), o Setor de Transportes é atualmente - e continuará sendo dentro do horizonte da Matriz - um dos maiores responsáveis por emissões de GEE no estado de São Paulo. Dessa forma, a solução proposta para se superar estes problemas é acelerar o processo de substituição do modal rodoviário pelo modal ferroviário. O modal ferroviário chegará ao final do período representando, aproximadamente, 44% da matriz de transportes paulista, enquanto o hidroviário chegaria a 3% (contra, respectivamente, 30% e 2% no Cenário Base), tornando a matriz de transportes paulista mais eficiente tanto do ponto de vista energético como econômico (SE-SP, 2011).

Outro ponto importante no setor de transportes é o planejamento do transporte urbano coletivo. As principais premissas adotadas no Cenário Base estão balizadas no Plano Integrado de Transportes Urbanos 2005 a 2025 (PITU) há um grande avanço do transporte coletivo de passageiros, em especial ferroviário, e um pequeno aumento no total do indicador passageiro-km de automóveis. Combinado com o aumento expressivo da frota de automóveis, que parte de pouco menos de 7 milhões de automóveis, em 2005, para 17 milhões, em 2035 (SE-SP, 2011).

4 DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE AVALIAÇÃO DE EEMU

Conforme apresentado na Seção 3– Metodologia de Pesquisa apresentou-se, detalhadamente, o desenvolvimento do Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para Mobilidade Urbana – EEMU, com aplicação da metodologia ASI, por meio dos três pilares: a Eficiência Sistêmica, a Eficiência das Viagens e a Eficiência Veicular.

Nesta seção foi realizada uma Pesquisa bibliográfica e análise bibliométrica que consistem em buscar as principais tendências mundiais para definir quais temas abordam questões importantes para o desenvolvimento do Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para os três pilares de eficiência energética, e posteriormente as definições as iniciativas, os atributos e as métricas.

4.1 Definição dos Critérios de Avaliação e Estruturação Hierárquica: Pilares, Temas, Iniciativas e Atributos

O Modelo de Avaliação de Desempenho de EEMU reúne iniciativas por meio de um objetivo em comum, unificando as dimensões ambiental, econômica e social, que compõe uma estrutura hierarquia. Para guiar essa revisão da literatura, foram elaboradas perguntas que possibilitam uma revisão ampla, embora estas não levem, necessariamente, a respostas diretas desta investigação:

- Eficiência Sistêmica: Quão longe tenho que ir?
- Eficiência das Viagens: Qual meio de transporte é mais eficiente?
- Eficiência Veicular: Qual tipo de veículo é mais eficiente, energeticamente?

4.1.1 Seleção dos Trabalhos e Pesquisa Bibliométrica

Esta revisão seguiu os protocolos de revisão sistemática para selecionar nas bases de dados eletrônicas, artigos e relatórios relevantes. Para análise bibliométrica não foram utilizados softwares analíticos. A pesquisa foi realizada em outubro de 2022. Primeiramente, foram identificadas as palavras-chave relacionadas com o tema da pesquisa, dentre elas: **energy Efficiency*, **urban Mobility*, **electric mobility*, **digital city*, **micromobility* e **sustainable transport*, resultando em 1.818 publicações.

Uma ampla escolha de base de dados foi selecionada a fim de cobrir artigos de periódicos e relatórios de pesquisa publicados. Foram consultadas bases de dados de periódicos que foram mais utilizados (*Web of Science*, *Ebsco*, *Scopus*, *Springer*), e a captura de artigos e

relatórios restringiu-se àqueles escritos na língua inglesa, nas seguintes revistas: *Nature Communications, Applied Sciences, Case Studies on Transport Policy, Cleaner Engineering and Technology, Energias, Energy Research & Social Science, IEEE Journal of Photovoltaics, Journal of Cleaner Production, Journal of Cleaner Production, Sustainability, Transport Policy, Transportation Research Part: C, D e E.*

De uma lista inicial de *1.818 títulos*, foram filtrados o período de 2019 a 2022 e restaram-se 907 artigos. Destes, 585 foram excluídos na leitura do título e abstract, resultando em 322 pesquisas. Dos 322 documentos restantes, foram excluídos artigos por não tratarem do tema proposto, e também por terem foco apenas em veículo elétrico. Nesse sentido, foram considerados relevantes 69 artigos para estudo de caso, conforme **Figura 25**, a seguir:

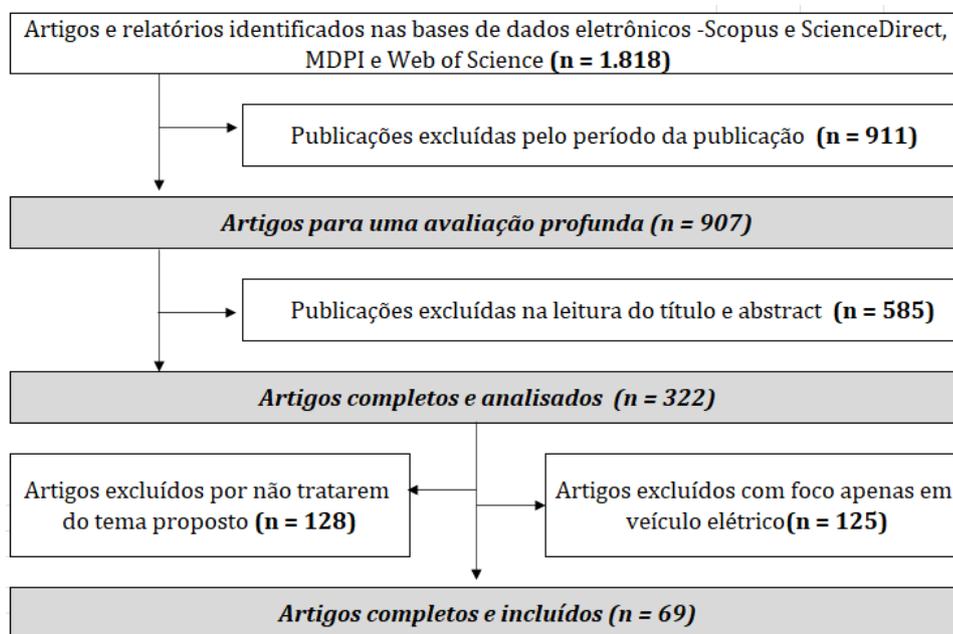


Figura 25 - Fluxograma da revisão sistemática
Fonte: Elaboração própria

Com a definição dos 69 artigos completos, iniciou-se o estudo de caso com objetivo de encontrar as principais tendências mundiais e definir quais temas são importantes para o desenvolvimento do Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para os três pilares de eficiência energética. Conforme **Figura 26** foi desenvolvido um processo analítico para que possa avaliar, detalhadamente, cada artigo selecionado, e assim, encontrar o tema para cada pilar, conforme objetivo do artigo.

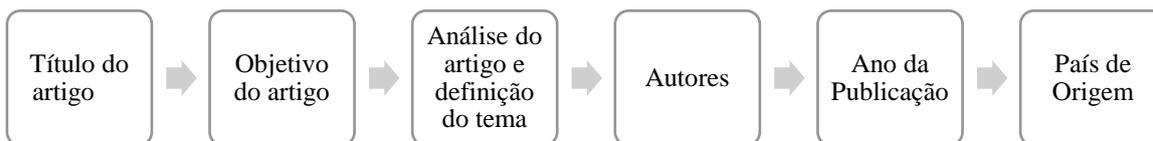


Figura 26 - Etapas para desenvolvimento da leitura dos artigos selecionados
 Fonte: Elaboração própria

Os artigos completos originam-se em diversos países, tendo as publicações com maior destaque no Brasil com 19%, na Itália e na Polônia, ambas com 12%, conforme **Figura 27**.

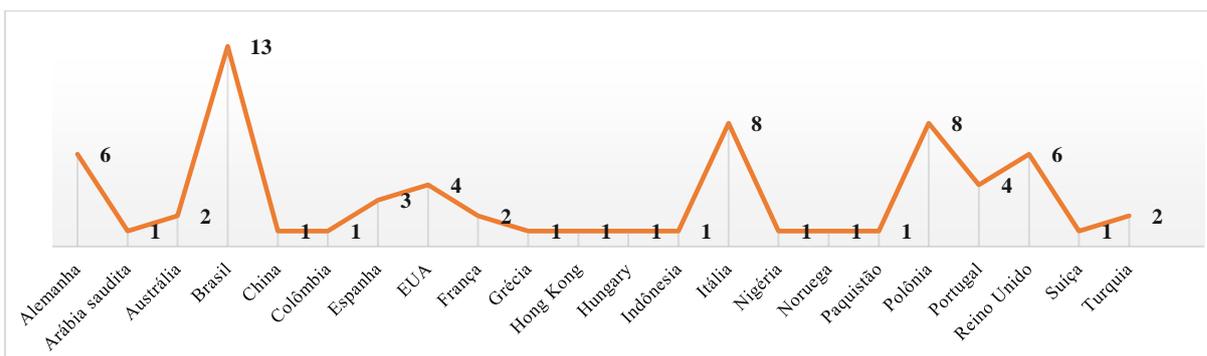


Figura 27- Análise dos países referentes às publicações dos artigos.
 Fonte: Elaboração própria

Mediante análise detalhada dos artigos, foram encontrados **7 temas** que abordam questões importantes para o desenvolvimento do Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana, considerando os três pilares (Eficiência Sistêmica, Eficiência das Viagens e Eficiência Veicular), conforme **Figura 28**.

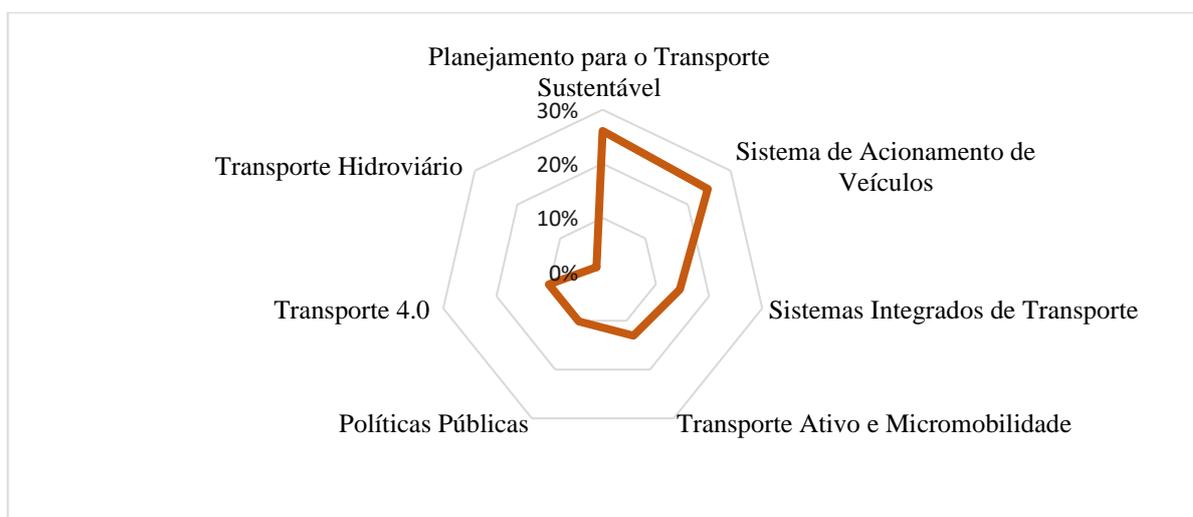


Figura 28 - Temas encontrados para o desenvolvimento do modelo de EEMU
 Fonte: Elaboração própria

O primeiro tema é o *Planejamento para o Transporte Sustentável*, que teve um alcance de 26% das publicações. Esse tema prioriza a circulação de pedestres ou passageiros, garantindo a infraestrutura necessária e condições adequadas de segurança e conforto, sejam elas para o uso das calçadas ou do transporte público. O segundo tema refere-se ao *Sistema de Acionamento de Veículos*, que teve um alcance de 25% das publicações, que refere-se ao conjunto de alimentação, armazenamento de energia, conversão mecânica e transmissão para as rodas e atrito de rodagem, que aborda assuntos relacionados à eletromobilidade, como também programas de eficiência energética para o veículo. O terceiro tema é sobre os *Sistemas Integrados de Transporte*, que teve um alcance de 14% das publicações. Um tema importante, que pode trazer soluções ao Transporte Público por ser um sistema baseado em terminais de integração, linhas integradas e com pagamento de passagem única. O quarto tema é o *Transporte Ativo e Micromobilidade*, que teve um alcance de 13% das publicações. O Transporte ativo é definido como “medida em que o ambiente construído suporta e incentiva a caminhada, proporcionando conforto e segurança aos pedestres, já a micromobilidade oferece uma opção de transporte flexível capaz de evitar congestionamentos rodoviários. O quinto tema trata sobre as *Políticas Públicas*, que teve um alcance de 10% das publicações. O uso da política, da conversação e da negociação são essenciais para que pendências entre diversos interesses sejam, se não equacionadas, pelo menos equiparadas, tendo como objetivo benefícios comuns e recuos necessários para o entendimento. O sexto tema refere-se ao *Transporte 4.0*, que teve um alcance de 10% das publicações. Esse tema traz conceitos de tecnologias para o veículo, que tem um potencial de melhoria na eficiência energética e na redução do impacto ambiental dos sistemas de transporte atuais, por ser um sistema inteligente. E, por fim, o sétimo tema é o *Transporte Hidroviário*, que teve um alcance de 1% das publicações, mas um tema muito relevante para atingir a eficiência energética. O Transporte Hidroviário é reconhecido como energeticamente eficiente, com menores níveis de emissão de gases de efeito estufa e grande capacidade de carga quando comparado a outros modais. A **Tabela 3** apresenta os autores, o ano, País de origem, e número de publicações para cada tema selecionado.

Tabela 3 - Identificação de número de estudos por período de publicação, autor e ano.

Temas	Autores	País	Ano	Nº publicações
1 - Planejamento para o Transporte Sustentável	Justin (2021), Rahman et. al. (2021), Fan e Mostafavi (2021), Senne, Lima e Favaretto (2021), Pamucar <i>et al.</i> (2021). Oliveira, Mairinque, Santos e Lima (2022), Mouratidis e Papagiannakis (2021), Gomez <i>et al.</i> (2021), Tonini <i>et al.</i> (2021), Santos e Lima (2021), Guzman <i>et al.</i> (2021), Afrianty <i>et al.</i> (2021), Barbarossa (2020), Cartení et al. (2020), Prestes <i>et al.</i> (2022), Sharari (2022), González <i>et al.</i> (2022) e Fageda (2021)	Nigéria Arábia Saudita EUA Brasil Turquia Noruega Colômbia Indonésia Itália Reino Unido Polônia Espanha	2020 2021 2022	18
2 - Sistema de Acionamento de Veículos	Lazzeroni <i>et al.</i> (2021), Wołek M., Jagieyyo A. e Nski M. (2021), Fernandez (2021), Gong <i>et al.</i> (2021), Faria <i>et al.</i> (2019), Afonso <i>et al.</i> (2020), Guido <i>et al.</i> (2019), Gonçalves <i>et al.</i> (2020), Gryparis <i>et al.</i> (2020), Kester <i>et al.</i> (2020), Rapa <i>et al.</i> (2020), Wahid <i>et al.</i> (2021), Breuer <i>et al.</i> (2021), Booyesen <i>et al.</i> (2022), Sierra <i>et al.</i> (2020), Salvo Junior <i>et al.</i> (2021).	Itália Polônia Espanha Austrália Portugal Brasil Grécia Reino Unido Alemanha EUA	2019 2020 2021	17
3 - Sistemas Integrados de Transporte	Krauss, Krailm, e Axhausen, (2022), Svennevik, Marc, Peter (2021), Martins <i>et al.</i> (2021), Storch <i>et al.</i> (2021), Bozzi e Aguilera (2021), Gandia <i>et al.</i> (2021), Butler et al. (2020), Ciesla <i>et al.</i> (2020), Moscholidou e Pangbourne (2020), Munhoz <i>et al.</i> (2020)	Alemanha Reino Unido Brasil França Austrália Polônia	2020 2021 2022	10
4 - Transporte Ativo e Micromobilidade	Iwan <i>et al.</i> (2021), Molinares <i>et al.</i> (2021), Oskarbski, Birr e Zarsk (2021), Borghetti <i>et al.</i> (2021), Wortmann <i>et al.</i> (2021), Maltese <i>et al.</i> (2021), Fazio <i>et al.</i> (2021) Turo, Kubik e Chen (2021), e Ferrara et al. (2019).	Polônia Portugal Espanha Itália Alemanha	2021	9
5 - Políticas Públicas	Lima <i>et al.</i> (2019), Bebbber <i>et al.</i> (2021), Aparício, Arsenio & Henriques (2021), Avi (2021), Krishankumar <i>et al.</i> (2022), Anastasiadou K. e Gavanan N. (2021), Turo, Kubik e Chen (2021)	Brasil Portugal China Turquia Suíça Polônia	2021	7
6 - Transporte 4.0	Ali et al. (2021), Shahgholi <i>et al.</i> (2021), Zamasz <i>et al.</i> (2021), Mazokha <i>et al.</i> (2021), Miskolczi <i>et al.</i> (2021), Wang e Sarkis (2021), Fredershausen <i>et al.</i> (2021)	Paquistão Alemanha Polônia EUA Hungria Reino Unido	2021	7
7 - Transporte Hidroviário	Barros <i>et al.</i> (2022)	Brasil	2022	1
TOTAL DE PUBLICAÇÕES				69

Fonte: Elaboração própria

Após a apresentação dos *sete temas* encontrados foi realizado a divisão entre os três pilares. Para eficiência sistêmica, foram abordados *dois temas*: (Planejamento para o Transporte Sustentável e Políticas Públicas), para buscar iniciativas que evitem o deslocamento desnecessário e também avaliar as possíveis políticas públicas que colaborem para o bom funcionamento do transporte público. Para Eficiência das Viagens, foram abordados três temas: (Transporte Ativo e Micromobilidade, Sistemas Integrados de Transporte e Transporte Público Hidroviário), para buscar iniciativas que trazem melhorias à infraestrutura do transporte, bem como outros modos de transporte. Para Eficiência Veicular, foram abordados *dois temas*: (Sistema de acionamento de Veículos e Transporte 4.0), para buscar iniciativas que melhorem a eficiência do veículo, a introdução de fontes renováveis e também modos inteligentes para o transporte. Para eficiência veicular, foram abordados *dois temas*: (Sistema de acionamento de Veículos e Transporte 4.0), para buscar iniciativas que melhorem a eficiência do veículo, a introdução de fontes renováveis e também modos inteligentes para o transporte, conforme **Figura 29**.

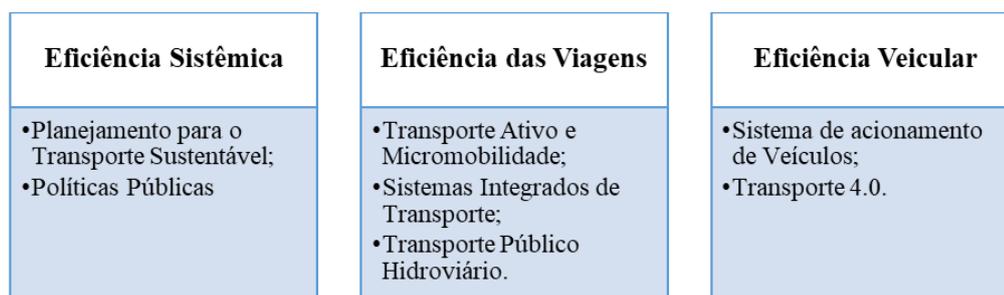


Figura 29 - Temas encontrados referentes às publicações dos artigos.
Fonte: Elaboração própria

Após os *sete temas* elencados para cada pilar de eficiência energética, a próxima etapa é buscar as melhores iniciativas e, conseqüentemente os principais atributos para os três pilares de eficiência energética. As iniciativas referem-se às questões para avaliar o que podem ser implementadas ou aprimoradas para melhorar as condições de Eficiência Energética na mobilidade urbana. Já os atributos avaliam as condições atuais de Eficiência Energética na Mobilidade Urbana, mediante a métrica analisada.

Com relação à eficiência sistêmica, os temas elencados foram: Planejamento para o Transporte Sustentável e Políticas Públicas. Nesse sentido, as iniciativas foram baseadas em avaliar a qualidade do transporte coletivo, ou questões para estimular o uso misto da ocupação do solo, em que foram encontradas 5 iniciativas. Para a Eficiência das Viagens, os temas elencados foram Transporte Ativo e Micromobilidade, Sistemas Integrados de Transporte e

Transporte Público Hidroviário. Nesse sentido, as iniciativas são direcionadas às novas tendências ao uso do transporte ativo, campanhas educativas no intuito de direcionar a descarbonização do transporte, e incentivos aos modos ativos, ou outros modos de transportes, em que foram encontradas 4 iniciativas. A eficiência veicular, os temas elencados foram Sistema de acionamento de Veículos e Transporte 4.0. Nesse sentido, as iniciativas referem-se ao aumento da eficiência energética dos veículos, que direcionam à Eletromobilidade, incentivos à introdução de combustíveis de fontes renováveis e novas tecnologias direcionadas à eficiência do veículo, em que foram encontradas 5 iniciativas. Conforme **Tabela 4**, é apresentada a estrutura final do Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana (EEMU):

Tabela 4 – Estrutura final do modelo de avaliação de EEMU

Temas	Iniciativas	Atributos
EFICIÊNCIA SISTÊMICA		
Planejamento para o Transporte Sustentável	Incentivo ao uso do transporte coletivo	Qualidade do Ônibus tradicional
		Projetos Ônibus tradicional
		Qualidade de BRT
		Qualidade de Transporte Ferroviário Urbano
		Projetos do BRT
	Estratégias para evitar ou reduzir o uso de transporte individual	Projetos de Transporte Ferroviário Urbano
		Incentivos ao Home office
Políticas Públicas	Plano de Mobilidade Urbana	Restrições de tráfego e estacionamento
		Existência do plano de mobilidade
		Incentivo a projetos de modos ativos de transportes
	Plano Diretor	Incentivo a projetos de transportes coletivos
		Propostas para a mobilidade sustentável
	Lei de Uso e Ocupação do Solo	Incentivos para edificações de uso de misto
		Acessibilidade a equipamentos públicos
EFICIÊNCIA DAS VIAGENS		
Transporte Ativo e Micromobilidade	Infraestrutura	Qualificação do espaço com foco no transporte público
		Projetos para a caminhabilidade
		Projetos cicloviários
	Educação	Projetos para a Micromobilidade
		Campanhas Educativas
Sistemas Integrados de Transporte	Mobilidade Compartilhada	Descarbonização do transporte
		Compartilhamento de Bicicletas e outros
	Integração dos modos de transportes	Compartilhamento de Viagens
Transporte Hidroviário		

Temas	Iniciativas	Atributos
EFICIÊNCIA VEICULAR		
Sistema de acionamento de Veículos	Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)	Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV)
		Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) de pneus
	Eletromobilidade	Ônibus elétricos a bateria
		Ônibus elétricos de Célula de Combustível
		Carros elétricos a bateria
		Carros híbridos e híbridos plug-in
	Postos de Recargas para automóveis	
Transporte 4.0	Veículos autônomos	
	Conectividade entre os veículos	
	Veículos com combustíveis Renováveis	

4.2 Estrutura Hierárquica

Para construção da estrutura hierárquica, considerou-se a *Analytic Hierarchy Process* (AHP), que conforme é apresentada na seção 3.3, a AHP fornece a matemática objetiva para tomar uma decisão. Saaty (2008) comenta que, para tomada de uma decisão, deve-se definir o problema, a necessidade e finalidade da decisão, os critérios e seus subcritérios, as partes interessadas e grupos afetados e as ações alternativas que serão tomadas. A partir disto, determina-se a melhor alternativa. Dessa forma, o Modelo de Avaliação tem como objetivo avaliar a Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana (EEMU), considerando os três pilares: Eficiência Sistêmica, Eficiência das Viagens e Eficiência Veicular. Para isso, foi elaborada uma estrutura hierárquica, é dividida em 4 etapas, a seguir:

Tabela 5 - Estrutura hierárquica para modelo de avaliação de EEMU

Objetivo: Eficiência Energética para Mobilidade Urbana (EEMU)	
Nível 1:	Pilares de Eficiência Energética (Eficiência Sistêmica, Eficiência das Viagens e Eficiência Veicular)
Nível 2:	Temas de cada pilar de eficiência energética
Nível 3:	Iniciativas de cada Tema de eficiência energética
Nível 4:	Atributos de cada Iniciativa de eficiência energética

Fonte: Elaboração própria

Nesse sentido, a **Figura 30** ilustra a composição final dos temas, iniciativas e atributos que compõe o Modelo de Avaliação de EEMU para os três pilares de eficiência energética. Por fim, na **Figura 31** é apresentada a estrutura de como os critérios estão hierarquizados. A ponderação (importância) de cada critério vai determinar como eles vão influenciar na decisão final.



Figura 30 – Composição dos pilares, temas, iniciativas e atributos do modelo de EEMU
Fonte: Elaboração própria

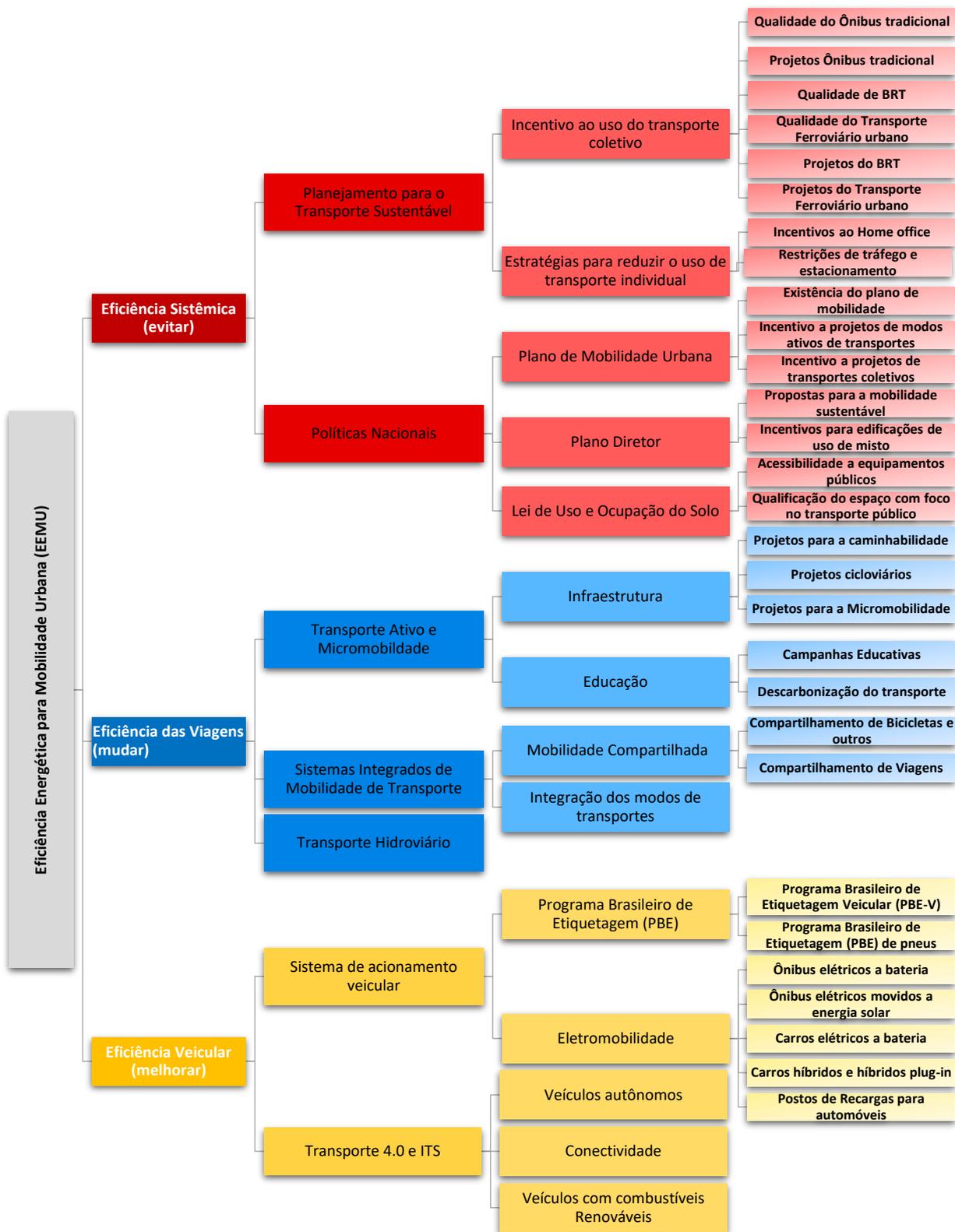


Figura 31 - Estrutura hierárquica para avaliação de EEMU
 Fonte: Elaboração própria

4.3 Estrutura de Avaliação do Desempenho dos Atributos

Para avaliar o desempenho dos atributos foram elaboradas três tabelas com intuito de analisar as métricas de desempenho dos atributos de cada pilar de eficiência energética. A primeira coluna refere-se ao temas propostos, já a segunda coluna refere-se às iniciativas de cada tema, e na terceira coluna refere-se os atributos elencados para cada iniciativa. Já na quarta coluna refere-se à descrição dos atributos e sua importância. E, por fim, a quinta coluna foi adotada uma escala de avaliação de **0 a 1**, em que permite verificar de forma qualitativa em qual fase o atributo se encontra no município analisado. A coleta de dados é feita em pesquisas documental, relatórios técnicos e em sites oficiais da Prefeitura Municipal. Conforme a **Figura 32**, os atributos são avaliados na escala de avaliação de desempenho em cinco valores:

Valor (1,00): Quando o atributo existe e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade;

Valor (0,75): Quando o atributo existe de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;

Valor (0,50): Quando o atributo existe de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;

Valor (0,25): Quando o atributo existe de forma parcial, estando em fase de inicial de desenvolvimento, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;

Valor (0,00): Quando o atributo não existe, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.

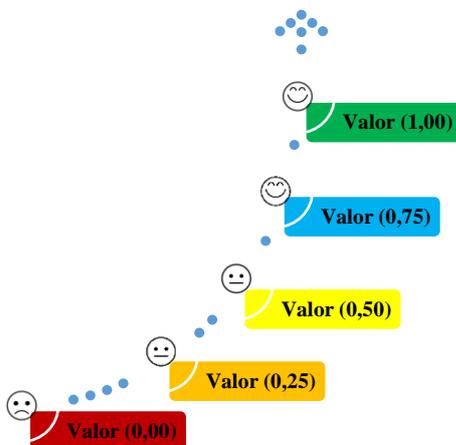


Figura 32 - Escala de avaliação do modelo de EEMU
Fonte: Elaboração própria

Tabela 6 - Temas, iniciativas e métricas de desempenho dos atributos do pilar de eficiência sistêmica

Tema	Iniciativa	Atributo	Descrição	Métrica
Planejamento para o Transporte Sustentável	Incentivo ao uso do transporte coletivo	Qualidade do Ônibus tradicional	<p>A avaliação da qualidade do transporte público por ônibus deve ser realizada frequentemente, considerando os principais indicadores de qualidade (Acessibilidade; Pontualidade; Tempo de Viagem; Características das estações; Conforto; Limpeza dos veículos; Segurança; Conexões; Características dos veículos; Cobertura de rede), conforme citado por Santos e Lima (2021).</p> <p>Existem técnicas ou métodos de Avaliação da qualidade do Ônibus Tradicional geridas pela Prefeitura Municipal?</p>	<p>Valor (1,00): Sim, existem técnicas ou métodos de avaliação da qualidade do Ônibus Tradicional geridas pela Prefeitura Municipal, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): Existem técnicas ou métodos de avaliação da qualidade do Ônibus Tradicional geridas pela Prefeitura Municipal de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem técnicas ou métodos de avaliação da qualidade do Ônibus Tradicional geridas pela Prefeitura Municipal, de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem técnicas ou métodos de avaliação da qualidade do Ônibus Tradicional geridas pela Prefeitura Municipal de forma parcial, estando em fase de inicial de desenvolvimento, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): Não existem técnicas ou métodos de avaliação da qualidade do Ônibus Tradicional geridas pela Prefeitura Municipal, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>
		Projetos Ônibus tradicional	<p>Projetos de Ônibus tradicional envolve a garantia do acesso ao Sistema Municipal de Transportes, de forma segura, acessível e sustentável.</p> <p>Existem projetos da Prefeitura Municipal para melhoria/ampliação de ônibus?</p>	<p>Valor (1,00): Sim, existem técnicas ou métodos de melhoria/ampliação do Ônibus Tradicional geridas pela Prefeitura Municipal, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): Existem técnicas ou métodos de melhoria/ampliação Ônibus Tradicional geridas pela Prefeitura Municipal de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem técnicas ou métodos de melhoria/ampliação geridas pela Prefeitura Municipal, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem técnicas ou métodos de melhoria/ampliação geridas pela Prefeitura Municipal de forma parcial, estando em fase de inicial de desenvolvimento, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): Não existem técnicas ou métodos de melhoria/ampliação geridas pela Prefeitura Municipal, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>

Tema	Iniciativa	Atributo	Descrição	Métrica
		Qualidade de BRT	Qualidade de BRT é uma ferramenta de avaliação para os sistemas de BRT com base nas melhores práticas. É também a peça central de um esforço global feito pelos líderes da área de transporte público para estabelecer uma definição comum de BRT e garantir que esses sistemas possam oferecer uma experiência mais uniforme e de qualidade superior aos seus usuários (ITDP, 2016). Existem técnicas (métodos, legislação e/ou normas) de avaliação da qualidade do sistema operacional do BRT por Ônibus?	<p>Valor (1,00): Sim, existem técnicas (métodos, legislação e/ou normas) de avaliação da qualidade do sistema operacional do BRT, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): Existem técnicas (métodos, legislação e/ou normas) de avaliação da qualidade do sistema operacional do BRT de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem técnicas (métodos, legislação e/ou normas) de avaliação da qualidade do sistema operacional do BRT de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem técnicas (métodos, legislação e/ou normas) de avaliação da qualidade do sistema operacional do BRT de forma parcial, estando em fase de inicial de desenvolvimento, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): Não existem técnicas (métodos, legislação e/ou normas) de avaliação da qualidade do sistema operacional do BRT, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>
		Qualidade do Transporte Ferroviário urbano	Para Shen <i>et al.</i> (2016) O transporte ferroviário tem desempenhado um papel importante na vitalidade econômica da área urbana. Existem técnicas (métodos, legislação e/ou normas) de avaliação de qualidade do Transporte Ferroviário urbano?	<p>Valor (1,00): Sim, existem técnicas (métodos, legislação e/ou normas) de avaliação de qualidade do Transporte Ferroviário urbano, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): Existem técnicas (métodos, legislação e/ou normas) de avaliação de qualidade do Transporte Ferroviário urbano de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem técnicas (métodos, legislação e/ou normas) de avaliação de qualidade do Transporte Ferroviário de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem técnicas (métodos, legislação e/ou normas) de avaliação de qualidade do Transporte Ferroviário de forma parcial, estando em fase de inicial de desenvolvimento, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): Não Existem técnicas (métodos, legislação e/ou normas) de avaliação de qualidade do Transporte Ferroviário, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>

Tema	Iniciativa	Atributo	Descrição	Métrica
		Projetos do BRT	<p>Os sistemas BRT são uma ótima solução para atender aos objetivos desejados que oferecem alta capacidade, velocidade e qualidade de serviço a um custo relativamente baixo.</p> <p>Existem projetos da Prefeitura Municipal de melhorias/ampliação do BRT por ônibus?</p>	<p>Valor (1,00): Sim, existem projetos da Prefeitura Municipal de melhorias/ampliação do BRT por ônibus, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): Existem projetos da Prefeitura Municipal de melhorias/ampliação do BRT por ônibus de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem projetos da Prefeitura Municipal de melhorias/ampliação do BRT por ônibus de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem projetos da Prefeitura Municipal de melhorias/ampliação do BRT por ônibus de forma parcial, estando em fase de inicial de desenvolvimento, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): Não existem projetos da Prefeitura Municipal de melhorias/ampliação do BRT por ônibus, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>
		Projetos do Transporte Ferroviário urbano	<p>Os resultados demonstram que o trânsito ferroviário recém-adicionado afeta a melhoria da qualidade do ar da amostra total (Jiao <i>et al.</i>, 2022).</p> <p>Existem projetos da Prefeitura Municipal de melhoria/ampliação do Transporte Ferroviário urbano?</p>	<p>Valor (1,00): Sim, existem projetos da Prefeitura Municipal de melhoria/ampliação do Transporte Ferroviário urbano, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): Existem projetos da Prefeitura Municipal de melhoria/ampliação do Transporte Ferroviário urbano de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem projetos da Prefeitura Municipal de melhoria/ampliação do Transporte Ferroviário urbano de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem projetos da Prefeitura Municipal de melhoria/ampliação do Transporte Ferroviário urbano parcial, estando em fase de inicial de desenvolvimento, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): Não existem projetos da Prefeitura Municipal de melhoria/ampliação do Transporte Ferroviário urbano, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>
		Incentivos ao Home office	<p>No Brasil, o teletrabalho é regido pela Lei Trabalhista nº 13.467/2017 e tem sido apresentado como uma oportunidade para reduzir emissões de GEE e de outros poluentes.</p>	<p>Valor (1,00): Sim, existem ações públicas e/ou privadas existentes no município para incentivar o home office, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p>

Tema	Iniciativa	Atributo	Descrição	Métrica
	transporte individual		Existem ações públicas e/ou privadas existentes no município para incentivar o home office?	<p>Valor (0,75): Existem ações públicas e/ou privadas existentes no município para incentivar o home office de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem ações públicas e/ou privadas existentes no município para incentivar o home office de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem ações públicas e/ou privadas existentes no município para incentivar o home office de forma parcial, estando em fase de inicial de desenvolvimento, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): Não existem ações públicas e/ou privadas existentes no município para incentivar o home office, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>
		Restrições de tráfego e estacionamento	<p>As medidas para restringir o tráfego ou estacionamento podem estar relacionadas com o aumento de tarifa de estacionamento e medidas restritivas para locais de estacionamento.</p> <p>Existem programas com medidas restritivas ao Trânsito de Veículos?</p>	<p>Valor (1,00): Sim, existem programas com medidas restritivas ao Trânsito de Veículos, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): Existem programas com medidas restritivas ao Trânsito de Veículos de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem programas com medidas restritivas ao Trânsito de Veículos de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem programas com medidas restritivas ao Trânsito de Veículos de forma parcial, estando em fase de inicial de desenvolvimento, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): Não existem programas com medidas restritivas ao Trânsito de Veículos, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>
Políticas Públicas	Plano de Mobilidade Urbana	Existência do plano de mobilidade	<p>A Lei nº 12.587 de 3 de janeiro de 2012, institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, para dispor sobre a elaboração do Plano de Mobilidade Urbana pelos Municípios, que teve sua última atualização pela Lei nº 14.000 de 19 de maio de 2020.</p> <p>O município possui plano de mobilidade urbana atualizado,</p>	<p>Valor (1,00): Sim, o município possui plano de mobilidade urbana atualizado, depois da implementação da Lei nº 12.587/12, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): O município possui plano de mobilidade urbana atualizado, depois da implementação da Lei nº 12.587/12 de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): O município possui plano de mobilidade urbana atualizado, depois da implementação da Lei nº 12.587/12 de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p>

Tema	Iniciativa	Atributo	Descrição	Métrica
			depois da implementação da Lei nº 12.587/12?	<p>Valor (0,25): O município possui plano de mobilidade urbana atualizado, depois da implementação da Lei nº 12.587/12 de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): O município não possui plano de mobilidade urbana atualizado, depois da implementação da Lei nº 12.587/12, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>
		Incentivo a projetos de modos ativos de transportes	<p>A prioridade no sistema viário para o transporte coletivo e modos ativos é uma das principais diretrizes de um bom plano de mobilidade urbana.</p> <p>O plano de mobilidade aborda de forma ampla os modos ativos de transportes?</p>	<p>Valor (1,00): O plano de mobilidade aborda de forma ampla os modos ativos de transportes, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): O plano de mobilidade aborda de forma ampla os modos ativos de transportes de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): O plano de mobilidade aborda de forma ampla os modos ativos de transportes de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): O plano de mobilidade aborda de forma ampla os modos ativos de transportes de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): O plano de mobilidade não aborda de forma ampla os modos ativos de transportes, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>
		Incentivo a projetos de transportes coletivos	<p>Segundo Tonini <i>et al.</i> (2021), a multimodalidade tornou-se um mantra fundamental do planejamento de transporte e, no entanto, como as pessoas acessam, saem e se transferem.</p> <p>O plano de mobilidade aborda de forma ampla os transportes coletivos urbanos?</p>	<p>Valor (1,00): O plano de mobilidade aborda de forma ampla os transportes coletivos urbanos, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): O plano de mobilidade aborda de forma ampla os transportes coletivos urbanos de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): O plano de mobilidade aborda de forma ampla os transportes coletivos urbanos de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): O plano de mobilidade aborda de forma ampla os transportes coletivos urbanos de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): O plano de mobilidade não aborda de forma ampla os transportes coletivos urbanos, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>

Tema	Iniciativa	Atributo	Descrição	Métrica
	Plano Diretor	Propostas para a mobilidade sustentável	A Lei Nº 10.257 de 10 de Julho 2001, regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da Política Urbana e dá outras providências. No Art. 40 é citado que o Plano Diretor é aprovado por lei municipal e instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana. O Plano Diretor aborda de forma ampla Projetos de mobilidade sustentável?	Valor (1,00): O Plano Diretor aborda de forma ampla Projetos de mobilidade sustentável, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana. Valor (0,75): O Plano Diretor aborda de forma ampla Projetos de mobilidade sustentável de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,50): O Plano Diretor aborda de forma ampla Projetos de mobilidade sustentável de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,25): O Plano Diretor aborda de forma ampla Projetos de mobilidade sustentável de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,00): O Plano Diretor não aborda de forma ampla Projetos de mobilidade sustentável, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.
		Incentivos para edificações de uso de misto	Segundo Guzman <i>et al.</i> (2021), a distribuição desequilibrada do espaço viário em cidades densas implica desafios consideráveis para o transporte sustentável. O Plano Diretor aborda Projetos de incentivos para edificações?	Valor (1,00): O Plano Diretor aborda incentivos para edificações, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana. Valor (0,75): O Plano Diretor aborda incentivos para edificações de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,50): O Plano Diretor aborda incentivos para edificações de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,25): O Plano Diretor aborda incentivos para edificações de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,00): O Plano Diretor não aborda incentivos para edificações, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.
	Lei de Uso e Ocupação do Solo	Acessibilidade a equipamentos públicos	A Lei nº16.402/16, refere-se ao Uso e Ocupação do Solo. É uma Lei Municipal, advinda especialmente do Plano Diretor, que estabelece critérios e parâmetros com o objetivo de orientar e ordenar o crescimento da cidade. A Lei nº 16.402/16 aborda ações ou diretrizes para incentivar a proximidade de equipamentos	Valor (1,00): A Lei nº 16.402/16 aborda ações ou diretrizes para incentivar a proximidade de equipamentos públicos em locais de alta vulnerabilidade, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana. Valor (0,75): A Lei nº 16.402/16 aborda ações ou diretrizes para incentivar a proximidade de equipamentos públicos em locais de alta vulnerabilidade de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,50): A Lei nº 16.402/16 aborda ações ou diretrizes para incentivar a proximidade de equipamentos públicos em locais de alta vulnerabilidade de forma

Tema	Iniciativa	Atributo	Descrição	Métrica
			públicos em locais de alta vulnerabilidade?	parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,25): A Lei nº 16.402/16 aborda ações ou diretrizes para incentivar a proximidade de equipamentos públicos em locais de alta vulnerabilidade de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,00): A Lei nº 16.402/16 não aborda ações ou diretrizes para incentivar a proximidade de equipamentos públicos em locais de alta vulnerabilidade, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.
		Qualificação do espaço com foco no transporte público	O Art. 90 da Lei nº 16.402/16, refere-se às novas construções, reformas com ampliação de área construída e regularização de edificações e instalações existentes nas áreas operacionais do sistema de transporte público coletivo e nas áreas públicas remanescentes de desapropriação relacionadas ao transporte público coletivo. A Lei nº 16.402/16 aborda diretrizes de orientação do crescimento urbano de acordo com a existência de linhas de ônibus, BRT, transporte ferroviário, ou outros transportes coletivos urbanos?	Valor (1,00): A Lei nº 16.402/16 aborda diretrizes de orientação do crescimento urbano de acordo com a existência de linhas de ônibus, BRT, transporte ferroviário, ou outros transportes coletivos urbanos, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana. Valor (0,75): A Lei nº 16.402/16 aborda diretrizes de orientação do crescimento urbano de acordo com a existência de linhas de ônibus, BRT, transporte ferroviário, ou outros transportes coletivos urbanos de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,50): A Lei nº 16.402/16 aborda diretrizes de orientação do crescimento urbano de acordo com a existência de linhas de ônibus, BRT, transporte ferroviário, ou outros transportes coletivos urbanos de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,25): A Lei nº 16.402/16 aborda diretrizes de orientação do crescimento urbano de acordo com a existência de linhas de ônibus, BRT, transporte ferroviário, ou outros transportes coletivos urbanos de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,00): A Lei nº 16.402/16 não aborda diretrizes de orientação do crescimento urbano de acordo com a existência de linhas de ônibus, BRT, transporte ferroviário, ou outros transportes coletivos urbanos, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.

Fonte: Elaboração própria

Tabela 7 - Temas, iniciativas e métricas de desempenho dos atributos do pilar de eficiência das viagens

Tema	Iniciativa	Atributo	Descrição	Métrica
Transporte Ativo e micromobilidade	Infraestrutura	<p>Projetos para a caminhabilidade</p>	<p>Transporte ativo refere-se a meios de transporte à propulsão humana, como andar a pé, bicicletas, patins, entre outros, para se deslocar de um ponto a outro. Existem projetos de melhoria/ampliação das condições de caminhabilidade?</p>	<p>Valor (1,00): Sim, existem projetos de melhoria/ampliação das condições de caminhabilidade, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana. Valor (0,75): Existem projetos de melhoria/ampliação das condições de caminhabilidade de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,50): Existem projetos de melhoria/ampliação das condições de caminhabilidade de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,25): Existem projetos de melhoria/ampliação das condições de caminhabilidade de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,00): Não existem projetos de melhoria/ampliação das condições de caminhabilidade, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>
		<p>Projetos cicloviários</p>	<p>Projetos cicloviários é de suma importância para estimular o aumento do transporte ativo, entretanto melhorias no espaço público, implica em tornar as ciclovias mais seguras. Existem projetos para expansão da rede cicloviária?</p>	<p>Valor (1,00): Sim, existem projetos para expansão da rede cicloviária, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana. Valor (0,75): Existem projetos para expansão da rede cicloviária de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,50): Existem projetos para expansão da rede cicloviária de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,25): Existem projetos para expansão da rede cicloviária de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,00): Não existem projetos para expansão da rede cicloviária, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>

Tema	Iniciativa	Atributo	Descrição	Métrica
		Projetos para a Micromobilidade	<p>Conforme Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica, a micromobilidade compreende os segmentos de bicicletas elétricas, scooters elétricas e ciclomotor elétrico modelo CityCoco.</p> <p>Existem projetos voltados à micromobilidade?</p>	<p>Valor (1,00): Sim, existem projetos voltados à micromobilidade, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): Existem projetos voltados à micromobilidade de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem projetos voltados à micromobilidade de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem projetos voltados à micromobilidade de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): Não existem projetos voltados à micromobilidade, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>
	Educação	Campanhas Educativas	<p>Conduzir campanhas para estimular o conhecimento de benefícios auxiliares da atividade física pode estimular o aumento do uso do modo ativo, seja no lazer ou no deslocamento diário.</p> <p>Existem campanhas/projetos educativos referentes ao incentivo dos modos ativos?</p>	<p>Valor (1,00): Sim, existem campanhas/projetos educativos referentes ao incentivo dos modos ativos, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): Existem campanhas/projetos educativos referentes ao incentivo dos modos ativos de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem campanhas/projetos educativos referentes ao incentivo dos modos ativos de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem campanhas/projetos educativos referentes ao incentivo dos modos ativos de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): Não existem campanhas/projetos educativos referentes ao incentivo dos modos ativos, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>

Tema	Iniciativa	Atributo	Descrição	Métrica
		Descarbonização do transporte	<p>Lazzeroni, <i>et al.</i> (2021) comentam que a descarbonização da mobilidade urbana é crucial para inverter a tendência atual e aumentar a qualidade de vida e a condição de saúde das pessoas que vivem nas cidades.</p> <p>Existem projetos/programas que incentivam a descarbonização no transporte?</p>	<p>Valor (1,00): Sim, existem projetos/programas que incentivam a descarbonização no transporte, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): Existem projetos/programas que incentivam a descarbonização no transporte de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem projetos/programas que incentivam a descarbonização no transporte de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem projetos/programas que incentivam a descarbonização no transporte de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): Não existem projetos/programas que incentivam a descarbonização no transporte, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>
Sistemas Integrados de Transporte	Mobilidade Compartilhada	Compartilhamento de Bicicletas e outros	<p>Os serviços de compartilhamento de bicicletas podem incentivar os viajantes a descartar seus carros particulares.</p> <p>Existem projetos de melhorias para o sistema de compartilhamento de bicicletas?</p>	<p>Valor (1,00): Sim, existem projetos de melhorias para o sistema de compartilhamento de bicicletas, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): Existem projetos de melhorias para o sistema de compartilhamento de bicicletas de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem projetos de melhorias para o sistema de compartilhamento de bicicletas de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem projetos de melhorias para o sistema de compartilhamento de bicicletas de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): Não existem projetos de melhorias para o sistema de compartilhamento de bicicletas, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>
		Compartilhamento de Viagens	O compartilhamento de viagens está se tornando uma solução cada vez mais	Valor (1,00): Sim, existem programas/projetos no município para incentivar o uso de aplicativos de compartilhamento de

Tema	Iniciativa	Atributo	Descrição	Métrica
			<p>discutida e analisada, pois se trata de uma ferramenta que tende a desempenhar papel funcional na melhoria da mobilidade.</p> <p>Existem programas/projetos no município para incentivar o uso de aplicativos de compartilhamento de viagens?</p>	<p>viagens, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): Existem programas/projetos no município para incentivar o uso de aplicativos de compartilhamento de viagens de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem programas/projetos no município para incentivar o uso de aplicativos de compartilhamento de viagens de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem programas/projetos no município para incentivar o uso de aplicativos de compartilhamento de viagens de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): Não existem programas/projetos no município para incentivar o uso de aplicativos de compartilhamento de viagens, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>
	<p>Integração dos modos de transportes</p>		<p>Segundo Bozzi e Aguilera (2021), são aplicativos que oferecem conforto às pessoas e a oportunidade de utilizar meio de transportes meio de uma plataforma digital. Os usuários baixam o aplicativo em seus smartphones e inserem um cartão de crédito para o pagamento.</p> <p>Existem ações públicas e/ou privadas existentes no município para proporcionar a integração dos modos de transporte?</p>	<p>Valor (1,00): Sim, existem ações públicas e/ou privadas existentes no município para proporcionar a integração dos modos de transporte, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): Existem ações públicas e/ou privadas existentes no município para proporcionar a integração dos modos de transporte de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem ações públicas e/ou privadas existentes no município para proporcionar a integração dos modos de transporte de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem ações públicas e/ou privadas existentes no município para proporcionar a integração dos modos de</p>

Tema	Iniciativa	Atributo	Descrição	Métrica
				<p>transporte de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): Não existem ações públicas e/ou privadas existentes no município para proporcionar a integração dos modos de transporte, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>
<p>Transporte Hidroviário</p>	<p>Iniciativa para o incentivo de Sistema de Transporte Público Hidroviário</p>		<p>Para Barros <i>et al.</i> (2022), o Transporte Hidroviário é reconhecido como energeticamente eficiente, com menores níveis de emissão de gases de efeito estufa e grande capacidade de carga quando comparado a outros modais.</p> <p>Existem projetos de melhoria/ampliação no município possui projetos para o transporte hidroviário? Se sim, há previsão de quais cidades serão atendidas?</p>	<p>Valor (1,00): Sim, existem projetos de melhoria/ampliação no município possui projetos para o transporte hidroviário, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): Existem projetos de melhoria/ampliação no município possui projetos para o transporte hidroviário de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem projetos de melhoria/ampliação no município possui projetos para o transporte hidroviário de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem projetos de melhoria/ampliação no município possui projetos para o transporte hidroviário de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): Não existem projetos de melhoria/ampliação no município possui projetos para o transporte hidroviário, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>

Fonte: Elaboração própria

Tabela 8 - Temas, iniciativas e métricas de desempenho dos atributos do pilar de eficiência veicular

Tema	Iniciativa	Atributo	Descrição	Métrica
Sistema de acionamento de Veículos	Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)	Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBE-V)	O PBE-V tem por objetivo medir, padronizar e registrar o nível de eficiência energética de cada veículo etiquetado, de forma que promova um maior nível de informação ao consumidor escala. Existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) que incentivem as montadoras a participarem do programa PBE-V?	<p>Valor (1,00): Sim, existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) que incentivem as montadoras a participarem do PBE-V, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): Existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) que incentivem as montadoras a participarem do PBE-V de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) que incentivem as montadoras a participarem do PBE-V de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) que incentivem as montadoras a participarem do PBE-V de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): Não existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) que incentivem as montadoras a participarem do PBE-V, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>
		Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) de pneus	Segundo Salvo Junior <i>et al.</i> (2021), o PBE está diretamente relacionado à eficiência energética, uma vez que mede a energia absorvida quando o pneu está rodando. Existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) que incentivem as montadoras a participarem do programa (PBE) de pneus?	<p>Valor (1,00): Sim, existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) que incentivem as montadoras a participarem do (PBE) de pneus, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): Existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) que incentivem as montadoras a participarem do (PBE) de pneus de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) que incentivem as montadoras a participarem do (PBE) de pneus de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) que incentivem as montadoras a participarem do (PBE) de</p>

Tema	Iniciativa	Atributo	Descrição	Métrica
	Eletromobilidade			<p>pneus de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): Não existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) que incentivem as montadoras a participarem do (PBE) de pneus, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>
		Ônibus elétricos a bateria	<p>Os ônibus eletrificados são impulsionados por um motor elétrico. Ele é alimentado por baterias instaladas sob o assoalho ou no teto, dependendo da configuração.</p> <p>Existem projetos para a troca do ônibus a diesel para ônibus elétrico?</p>	<p>Valor (1,00): Sim, existem projetos para a troca do ônibus a diesel para ônibus elétrico, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): Existem projetos para a troca do ônibus a diesel para ônibus elétrico de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem projetos para a troca do ônibus a diesel para ônibus elétrico de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem projetos para a troca do ônibus a diesel para ônibus elétrico de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): Não existem projetos para a troca do ônibus a diesel para ônibus elétrico, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>
		Ônibus elétricos movidos a energia solar	<p>Fredershausen <i>et al.</i> (2021) comentam que, o hidrogênio foi identificado como uma alternativa atraente aos combustíveis fósseis na construção de sistemas e economias de energia verde e circular. Devido à maior disponibilidade de energia renovável, progresso tecnológico e metas climáticas, o hidrogênio está atualmente na vanguarda das atuais pesquisas. Existem projetos voltados a implementação de Ônibus elétricos movidos a energia solar?</p>	<p>Valor (1,00): Sim, existem projetos voltados a implementação de Ônibus elétricos movidos a energia solar, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): Existem projetos voltados a implementação de Ônibus elétricos movidos a energia solar de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem projetos voltados a implementação de Ônibus elétricos movidos a energia solar de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem projetos voltados a implementação de Ônibus elétricos movidos a energia solar de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p>

Tema	Iniciativa	Atributo	Descrição	Métrica
				Valor (0,00): Não existem projetos voltados a implementação de Ônibus elétricos movidos a energia solar, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.
		Carros elétricos a bateria	Para Fernandez (2021), os carros elétricos representam a melhor solução para alcançar uma redução imperativa das emissões. Há medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) na compra de carros elétricos ao consumidor?	Valor (1,00): Sim, existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) na compra de carros elétricos ao consumidor, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana. Valor (0,75): Existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) na compra de carros elétricos ao consumidor de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,50): Existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) na compra de carros elétricos ao consumidor de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,25): Existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) na compra de carros elétricos ao consumidor de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,00): Não existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) na compra de carros elétricos ao consumidor, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.
		Carros híbridos e híbridos plug-in	Os carros híbridos combinam um motor a combustão interna com um motor elétrico. Já os carros híbridos plug-in seguem o mesmo padrão, entretanto tem a possibilidade de recarga diretamente na rede elétrica. Há medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) na compra de carros elétricos híbridos ou híbridos plug-in?	Valor (1,00): Sim, existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) na compra de carros elétricos híbridos ou híbridos plug-in ao consumidor, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana. Valor (0,75): Existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) na compra de carros elétricos híbridos ou híbridos plug-in de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,50): Existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) na compra de carros elétricos híbridos ou híbridos plug-in de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,25): Existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) na compra de carros elétricos híbridos ou híbridos plug-in de

Tema	Iniciativa	Atributo	Descrição	Métrica
				<p>forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): Não existem medidas de apoio financeiro (incentivo tributário) na compra de carros elétricos híbridos ou híbridos plug-in ao consumidor, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>
		Postos de Recargas para automóveis	<p>Segundo Lazzeroni, <i>et al.</i> (2021), o consumo estimado de eletricidade do carregamento de VEs é baseado nas preferências do consumidor para VEs, local de carregamento (público e privado), tipos de equipamentos de fornecimento de veículos elétricos e hora do dia de carregamento. Existem projetos para ampliação/implementação de novas Instalações de Recargas?</p>	<p>Valor (1,00): Sim, existem projetos para ampliação/implementação de novas instalações de recargas, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): Existem projetos para ampliação/implementação de novas instalações de recargas de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem projetos para ampliação/implementação de novas instalações de recargas de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem projetos para ampliação/implementação de novas instalações de recargas de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,00): Não existem projetos para ampliação/implementação de novas instalações de recargas, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.</p>
Transporte 4.0	Veículos autônomos		<p>Segundo Wang e Sarkis (2021), são veículos que não demandam da intervenção humana. O veículo pode desempenhar de forma autônoma todas as funções de direção sob todas as condições. Existem projetos de implementação de novas tecnologias para o uso de veículos autônomos?</p>	<p>Valor (1,00): Sim, existem projetos de implementação de novas tecnologias para o uso de veículos autônomos, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana.</p> <p>Valor (0,75): Existem projetos de implementação de novas tecnologias para o uso de veículos autônomos de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,50): Existem projetos de implementação de novas tecnologias para o uso de veículos autônomos de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade;</p> <p>Valor (0,25): Existem projetos de implementação de novas tecnologias para o uso de veículos autônomos de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade;</p>

Tema	Iniciativa	Atributo	Descrição	Métrica
				Valor (0,00): Não existem projetos de implementação de novas tecnologias para o uso de veículos autônomos, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.
	Conectividade entre os veículos		Para Lazzeroni, <i>et al.</i> (2021), a conectividade permite a comunicação entre veículos, infraestrutura do sistema de transporte e outros usuários. Existem programas que incentivam o uso da conectividade entre os veículos?	Valor (1,00): Sim, existem programas que incentivam o uso da conectividade entre os veículos, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana. Valor (0,75): Existem programas que incentivam o uso da conectividade de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,50): Existem programas que incentivam o uso da conectividade entre os veículos de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,25): Existem programas que incentivam o uso da conectividade entre os veículos de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,00): Não existem programas que incentivam o uso da conectividade entre os veículos, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.
	Veículos com combustíveis Renováveis		Segundo Fredershausen <i>et al.</i> (2021), são combustíveis que usam como matéria-prima elementos renováveis da natureza, como etanol, biodiesel e hidrogênio verde. As tecnologias de hidrogênio têm recebido maior atenção em pesquisa e desenvolvimento para promover a mudança para sistemas de energia neutros em carbono. Existem políticas/projetos de incentivos ao uso de combustíveis renováveis?	Valor (1,00): Sim, existem políticas/projetos de incentivos ao uso de combustíveis renováveis, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade urbana. Valor (0,75): Existem políticas/projetos de incentivos ao uso de combustíveis renováveis de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,50): Existem políticas/projetos de incentivos ao uso de combustíveis renováveis de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,25): Existem políticas/projetos de incentivos ao uso de combustíveis renováveis de forma parcial, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade; Valor (0,00): Não existem políticas/projetos de incentivos ao uso de combustíveis renováveis, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.

Fonte: Elaboração própria

Mediante a elaboração das **Tabela 6**, **Tabela 7** e **Tabela 8**, pode-se observar que no pilar de Eficiência Sistêmica os principais atributos abordam análises sobre o transporte público, bem como a qualidade desse transporte, sobre as Leis que tratam da mobilidade urbana como todo, e sobre as estratégias territoriais fundamentadas em projetos urbanísticos. Já para o pilar de Eficiência das Viagens os principais atributos abordam análise sobre o transporte ativo e micromobilidade e a importância de infraestrutura aos usuários, e sobre análise de campanhas educativas destinadas à mobilidade urbana sustentável. E para o pilar Eficiência Veicular, os principais atributos abordam análise sobre a eletromobilidade e suas tendências para implementação de veículos elétricos, e sobre as tendências do transporte 4.0.

Por fim, as três tabelas apresentaram de forma detalhada os atributos do nível 4, que foram utilizados para auxiliar a coleta de dados e definir a escala de valores para a avaliação final de cada atributo, quanto ao desempenho de eficiência energética para o município de São Paulo.

5 APLICAÇÃO DO MODELO DE AVALIAÇÃO DE EEMU NA ÁREA DE ESTUDO

O Modelo de Avaliação de EEMU foi desenvolvido de acordo com os critérios e estrutura de decisão apresentados na **Figura 31** e nas **Tabela 6, Tabela 7 e Tabela 8**, os atributos foram aplicados no Município de São Paulo - SP. A coleta de dados contou com duas etapas. Na primeira etapa foram aplicadas as matrizes de avaliação do grau de importância dos critérios (Pilares, Temas e Iniciativas) e a segunda etapa foi para determinar o desempenho dos atributos de cada iniciativa para o município de São Paulo.

5.1 Definição da Importância dos Critérios de Avaliação

Inicialmente para avaliação do grau de importância dos critérios de avaliação Pilares (1º Nível), Temas (2º Nível) e Iniciativas (3º Nível) foi utilizado o método AHP para a construção de matrizes de comparação par a par e aplicadas com especialistas dos temas de pesquisa, ou seja, Eficiência energética e Mobilidade Urbana.

Nessa pesquisa, optou-se por realizar avaliação aos pares dos critérios do 1º, 2º e 3º níveis da estrutura hierárquica, compondo um conjunto de matrizes de comparação par a par que foram avaliadas por especialistas da área. Com relação ao 4º nível, considerou-se a distribuição igual de pesos para cada atributo que compõe uma determinada Iniciativa (3º nível). Essa decisão é justificada pelo fato que os atributos foram avaliados individualmente para o caso de estudo (município de São Paulo), tornando a análise mais robusta com a coleta de dados real sobre a situação de eficiência energética de mobilidade urbana no município. Além disso, aplicar um conjunto muito grande de matrizes com os especialistas poderia dificultar a avaliação dos critérios de níveis superiores, tornando o modelo muito complexo para sua interpretação. Assim, considerou-se relevante incorporar a opinião de especialistas nos três primeiros níveis: nível 01: pilares, nível 02: temas e nível 3: iniciativas. Ou seja, ao encarar um problema complexo, é mais fácil dividi-lo em outros menores, porque, quando avaliados por partes, estes representam o julgamento de cada especialista para a tomada de decisão final.

Conforme apresentada na metodologia, na etapa 2 trata da aplicação do Modelo de Avaliação de EEMU no município em estudo em que foi feita a escolha de especialistas nas áreas de energia, meio ambiente e transporte. O critério de escolha da amostra faz necessário o amplo conhecimento dos especialistas nas áreas de energia, meio ambiente e transporte para

que a análise dos critérios sejam coerentes e não fujam do proposto que é a elaboração do Índice de Eficiência Energética para o município de São Paulo. O convite para avaliação das matrizes AHP foi enviado para 15 especialistas, em janeiro de 2023. Ao todo, foram 12 especialistas que participaram da avaliação do modelo hierárquico AHP na construção do índice de EEMU, preenchendo as 10 matrizes dentro do mês de janeiro de 2023, conforme ANEXO I, com base na escala de Saaty (ver seção 3.3, página 51). Os especialistas convidados a participarem dessa avaliação têm formação em diversas áreas de engenharia, sendo destaque engenharia elétrica e engenharia mecânica, conforme **Figura 33**. Os especialistas atuam nas áreas de energia, meio ambiente e transporte, e têm amplo conhecimento nas áreas de energia, transporte, meio ambiente, conforme apresentado na **Tabela 9**.

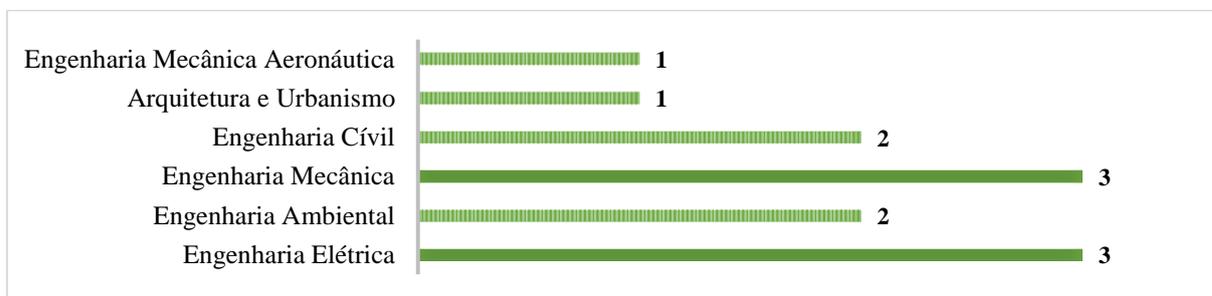


Figura 33 – Formação dos especialistas
Fonte: elaboração própria

Tabela 9 - Formação, especialização, segmento e atuação dos especialistas

Espec.	Formação	Especialização	Segmento	Atuação
1	Engenharia Civil	Mestre em Engenharia Civil com ênfase em Transportes/Logística e especialista em Administração Industrial	Transporte	Setor Acadêmico
2	Engenharia Elétrica	Doutor em Engenharia Elétrica	Energia	Setor Público
3	Engenharia Mecânica Aeronáutica	Mestre em Planejamento Energético e Pós-graduação em Recursos Energéticos e Minerais (Texas)	Energia	Setor Privado
4	Engenharia Mecânica	Pós-graduado em Planejamento de Sistemas Energéticos	Meio Ambiente	Setor Privado
5	Engenharia Ambiental	Mestre em Meio Ambiente e Recursos Hídricos	Meio Ambiente	Setor Privado
6	Engenharia Mecânica	Doutor em Sécio-Economie du développement (França) e Mestre em Planejamento Energético	Energia	Consultor em Eficiência Energética e Setor Acadêmico
7	Arquitetura e Urbanismo	Doutor, mestre em Engenharia de Transportes	Transporte	Setor Acadêmico
8	Engenharia Ambiental	Mestre em Engenharia de Energia	Meio Ambiente	Setor Privado
9	Engenharia Civil	Mestrando em Engenharia de Transportes pela FEC FAU - UNICAMP.	Transporte	Setor Acadêmico

Espec.	Formação	Especialização	Segmento	Atuação
10	Engenharia Elétrica	Especialista em Coordenação de Sistemas Eletroenergéticos, em Gestão e Supervisão de Termelétricas e em Gestão Socioambiental aplicada a Energia Hidrelétrica	Energia	Setor Público
11	Engenharia Mecânica	PhD em Engenharia (Inglaterra) e Mestre em engenharia mecânica	Energia	Consultor em Eficiência Energética e Setor Acadêmico
12	Engenharia Elétrica	Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos	Energia	Consultor em Eficiência Energética

Fonte: elaboração própria

5.1.1 Matrizes de Avaliação

Para análise da estrutura hierárquica do Modelo de Avaliação de EEMU, os especialistas analisaram 10 matrizes, que seguem a estruturação da Tabela 5, e foram elaboradas em planilhas do Excel, e seguem a ordem de aplicação estabelecida na **Tabela 10**, preenchendo cada uma delas, contendo explicações a respeito do procedimento para o preenchimento das matrizes, da escala utilizada e também das definições dos grupos e subgrupos. Ressalta-se que ao preencher as matrizes de ordem superior a 2, a própria planilha calcula o índice de consistência da avaliação (Equação 8). Caso o índice obtido fosse superior a 0,1, o especialista recebia um aviso para revisar os seus julgamentos, o que impediu de haver respostas inconsistentes. Caso o índice fosse inferior ao valor 0,1, os especialistas eram avisados que seus julgamentos foram consistentes.

Tabela 10 - Estrutura hierárquica do modelo de avaliação de EEMU

Matrizes	Descrição
Matriz 1	Pilares de Eficiência Energética
Matriz 2	Critérios de Eficiência Sistêmica
Matriz 3	Subcritérios de Planejamento para o Transporte Sustentável
Matriz 4	Subcritérios de Políticas Públicas
Matriz 5	Critérios da Eficiência das Viagens
Matriz 6	Subcritérios de Transporte Ativo e Micromobilidade
Matriz 7	Subcritérios de Sistema Integrados de Transporte
Matriz 8	Critérios da Eficiência Veicular
Matriz 9	Subcritérios de Sistema de Acionamento de Veículos
Matriz 10	Subcritérios de Transporte 4.0

Fonte: Elaboração própria

Para preencher as matrizes foram colocadas perguntas aos especialistas, correspondente a cada objetivo da referida matriz, conforme segue:

- Matriz 1: Pilares de Eficiência Energética (Eficiência Sistêmica, Eficiência das Viagens e Eficiência Veicular): A primeira estrutura refere-se ao nível 1, referente aos três Pilares de Eficiência Energética. A pergunta aos especialistas foi: “Qual a importância relativa dos critérios (Eficiência Sistêmica, Eficiência das Viagens e Eficiência Veicular) para atingir a eficiência energética para a mobilidade urbana?”
- Matriz 2: Critérios de Eficiência Sistêmica: A segunda estrutura refere-se à análise dos critérios de “Eficiência Sistêmica”, que são analisados temas: Planejamento para o transporte sustentável em relação às Políticas Públicas. A pergunta aos especialistas foi: “Qual a importância relativa dos critérios abaixo na Eficiência Sistêmica que contribui a atingir a eficiência energética para a mobilidade urbana?”
- Matriz 3: Subcritérios de Planejamento para o Transporte Sustentável: A terceira estrutura refere-se à análise dos subcritérios de “Planejamento para o transporte sustentável”, que são analisadas as “iniciativas”: Incentivo ao uso do transporte coletivo em relação às Estratégias para reduzir o uso de transporte individual. A pergunta aos especialistas foi: “Qual a importância relativa dos subcritérios abaixo no Planejamento para o transporte sustentável que contribuem para atingir a eficiência energética para a mobilidade urbana?”.
- Matriz 4: Subcritérios de Políticas Públicas: A quarta estrutura refere-se à análise dos subcritérios de “Estratégias para evitar ou reduzir o uso de transporte individual”, que são analisadas as “iniciativas”: Plano de Mobilidade Urbana x Plano Diretor x Lei de Uso e Ocupação do Solo. A pergunta aos especialistas foi: “Qual a importância relativa dos subcritérios abaixo nas Estratégias para evitar ou reduzir o uso de transporte individual que contribuem para atingir a eficiência energética para a mobilidade urbana?”.
- Matriz 5: Critérios da Eficiência das Viagens: A quinta estrutura refere-se à análise dos critérios de “Eficiência das Viagens”, que são analisadas, primeiramente, as “linhas de ação”: Transporte Ativo e Micromobilidade x Sistemas Integrados de Mobilidade de Transporte x Transporte Público Hidroviário. A pergunta aos especialistas foi: “Qual a importância relativa dos critérios abaixo na Eficiência das Viagens que contribuem para atingir a eficiência energética para a mobilidade urbana?”.
- Matriz 6: Subcritérios de Transporte Ativo e Micromobilidade: A sexta estrutura refere-se à análise dos subcritérios de “Transportes ativos e Micromobilidade”, que são analisadas as “iniciativas”: Infraestrutura em relação à Educação. A pergunta aos especialistas foi:

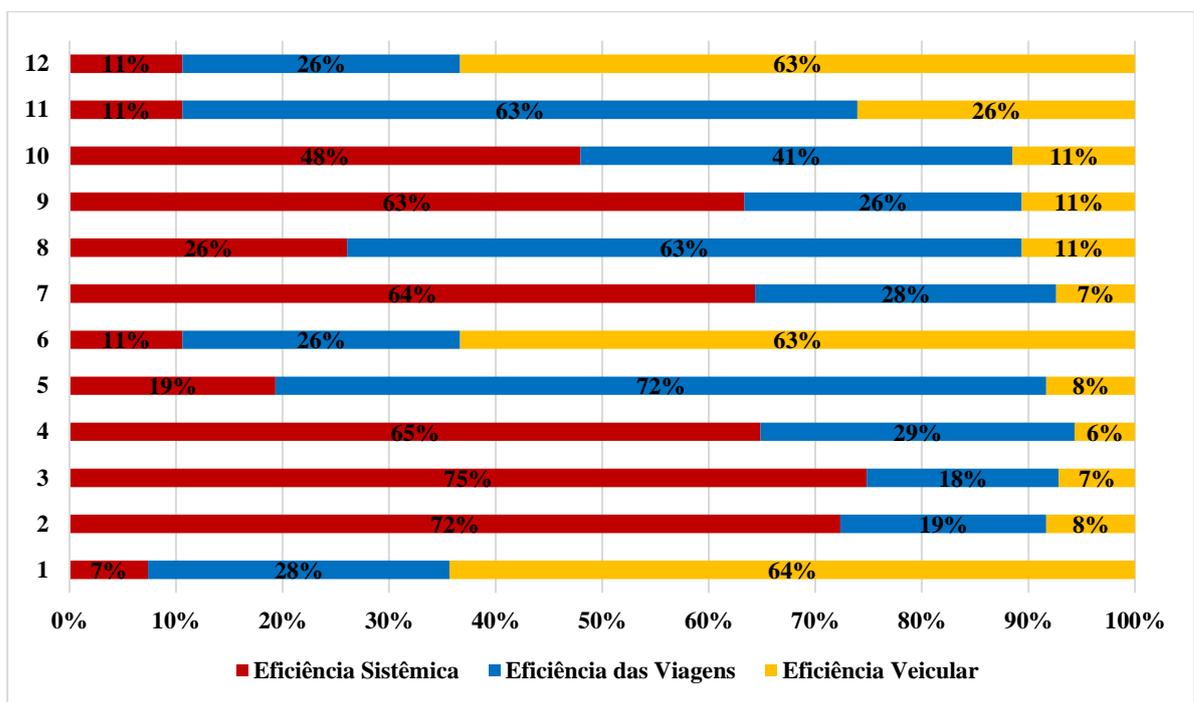
“Qual a importância relativa dos subcritérios abaixo para os Transportes ativos e Micromobilidade que contribuem para atingir a eficiência energética para a mobilidade urbana?”.

- **Matriz 7: Subcritérios de Sistema Integrados de Transporte:** A sétima estrutura refere-se à análise dos subcritérios de “Sistemas Integrados de Transporte”, que são analisadas as “iniciativas”: Mobilidade Compartilhada em relação à Integração dos modos de transportes. A pergunta aos especialistas foi: “Qual a importância relativa dos subcritérios abaixo para os Sistemas Integrados de Transporte que contribuem para atingir a eficiência energética para a mobilidade urbana?”.
- **Matriz 8: Critérios da Eficiência Veicular:** A oitava estrutura refere-se à análise dos critérios de “Eficiência Veicular”, que são analisadas, primeiramente, as “linhas de ação”: Sistema de acionamento de Veículos em relação ao Transporte 4.0. A pergunta aos especialistas foi: “Qual a importância relativa dos critérios abaixo na Eficiência Veicular que contribuem para atingir a eficiência energética para a mobilidade urbana?”.
- **Matriz 9: Subcritérios de Sistema de Acionamento de Veículos:** A nona estrutura refere-se à análise dos subcritérios de “Sistema de acionamento de Veículos”, que são analisadas as “iniciativas”: Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) à eletromobilidade. A pergunta aos especialistas foi: “Qual a importância relativa dos subcritérios abaixo para o Sistema de acionamento de veículos, que contribuem para atingir a eficiência energética para a mobilidade urbana?”.
- **Matriz 10: Subcritérios de Transporte 4.0:** A décima estrutura refere-se à análise dos subcritérios de “Transporte 4.0”, que são analisadas as “iniciativas”: Carros autônomos x Conectividade entre os veículos x Veículos com combustíveis renováveis. A pergunta aos especialistas foi: “Qual a importância relativa dos subcritérios abaixo para Transporte 4.0 que contribuem para atingir a eficiência energética para a mobilidade urbana?”.

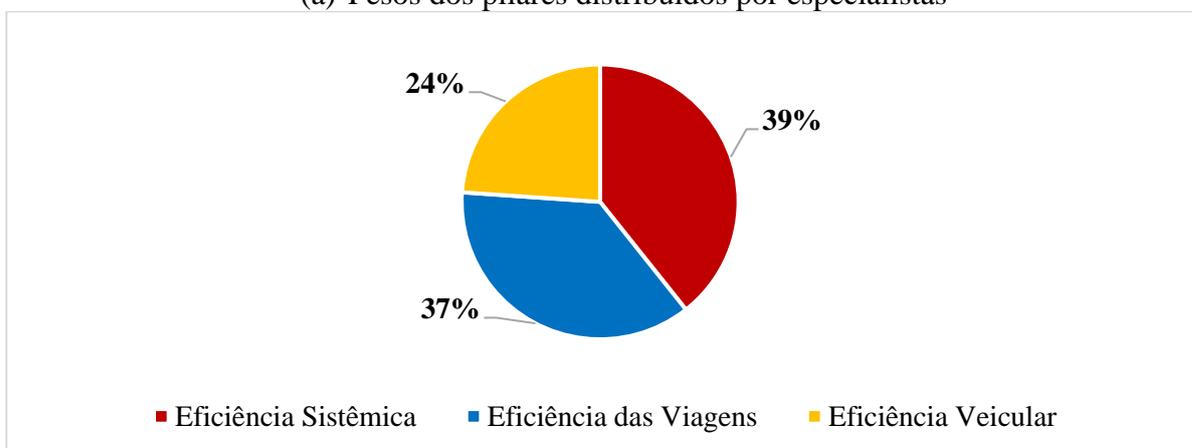
A **Figura 34** apresenta um exemplo da matriz de comparação referente aos três pilares de eficiência energética: Eficiência Sistêmica, Eficiência das Viagens e Eficiência Veicular.

Figura 35(a) apresenta a atribuição dos pesos dos 12 especialistas quanto importância dos três Pilares de Eficiência Energética, correspondente a matriz 1, e a

Figura 35 (b) apresenta um resultado geral sobre qual pilar é considerado mais importante para os especialistas, e pode-se observar que a maioria acredita que para se atingir a eficiência energética para a mobilidade urbana, o pilar de “Eficiência Sistêmica”, que evita o aumento de atividade de transporte e reduzir a demanda existente do sistema de transporte como um todo, é mais importante em relação aos outros pilares (mudar ou otimizar), que também tem sua importância.



(a) Pesos dos pilares distribuídos por especialistas



b) Média dos pesos dos pilares atribuídos pelos especialistas

Figura 35- Valores referentes à análise dos especialistas para os três pilares
Fonte: Elaboração própria

A **Figura 36** apresenta a atribuição dos pesos dos 12 especialistas para a matriz 2 - Critérios de *Eficiência Sistêmica*, em que avaliam qual tema é mais importante, o Planejamento para o Transporte Sustentável ou Políticas Públicas. Para 6 especialistas o tema Planejamento para o Transporte Sustentável é o de maior importância quando comparado ao de Políticas Públicas, com pesos variando entre 75% e 88%. Para 4 especialistas os dois possuem a mesma importância e apenas 2 especialistas consideram o tema de Políticas Públicas de maior peso, ambos atribuindo um peso de 83%.

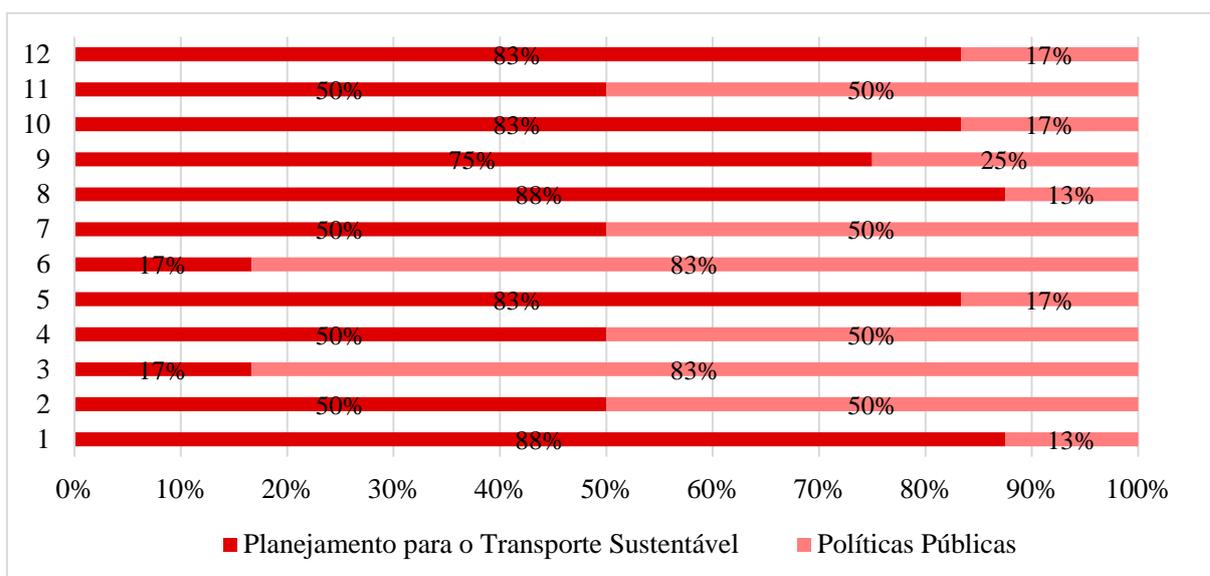


Figura 36 – Análise da matriz 2: critérios de eficiência sistêmica
 Fonte: Elaboração própria

A **Figura 37** apresenta a atribuição dos pesos dos 12 especialistas para a matriz 3 - Subcritérios de Planejamento para o Transporte Sustentável, em que avaliam qual iniciativa é mais importante, o Incentivo ao uso do transporte coletivo ou Estratégias para reduzir o uso de transporte individual. Para 8 especialistas a iniciativa de incentivo ao uso do transporte coletivo é de maior importância quando comparado ao de Estratégias para reduzir o uso de transporte individual, com pesos variando entre 75% e 88%. Para 4 especialistas consideram a iniciativa de Estratégias para reduzir o uso de transporte individual de maior em relação ao incentivo ao uso do transporte coletivo, com pesos variando entre 75% e 83%.

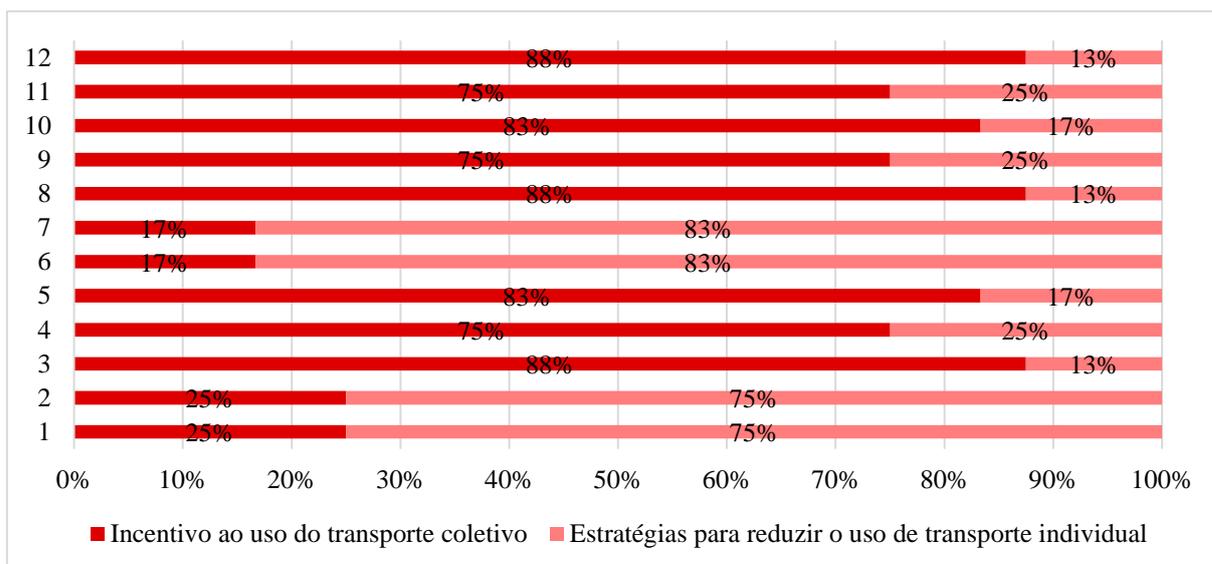


Figura 37 - Análise da matriz 3: subcritérios de planejamento para o transporte sustentável
 Fonte: Elaboração própria

A **Figura 38** apresenta a atribuição dos pesos dos 12 especialistas para a Matriz 4: Subcritérios de Políticas Públicas, em que avaliam qual iniciativa é mais importante, o Plano de Mobilidade Urbana, o Plano Diretor ou a Lei de Uso e Ocupação do Solo. Para 4 especialistas a iniciativa de Plano de Mobilidade Urbana é de maior importância quando comparado ao de Estratégias para reduzir ao Plano Diretor e a Lei de Uso e Ocupação do Solo, com pesos variando entre 63% e 78%. Para 3 especialistas consideram a iniciativa de Lei de Uso e Ocupação do Solo de maior em relação ao Plano de Mobilidade Urbana e Plano Diretor, com pesos de 63%. Para 2 especialistas consideram a iniciativa de Plano Diretor de maior em relação ao Plano de Mobilidade Urbana e a Lei de Uso e Ocupação do Solo, com pesos de 66%. Para 1 especialista considera as iniciativas de Plano de Mobilidade Urbana e a Lei de Uso de Ocupação do Solo de maior em relação ao Plano Diretor, com pesos de 45% para cada. Para 1 especialista considera as iniciativas de Plano de Mobilidade Urbana e o Plano Diretor de maior em relação à Lei de Uso de Ocupação do Solo, com pesos de 45% para cada. Para 1 especialista considera ambas as iniciativas Plano de Mobilidade Urbana, Plano Diretor e Lei de Uso de Ocupação do Solo com a mesma relevância de importância, com pesos de 33% para cada.

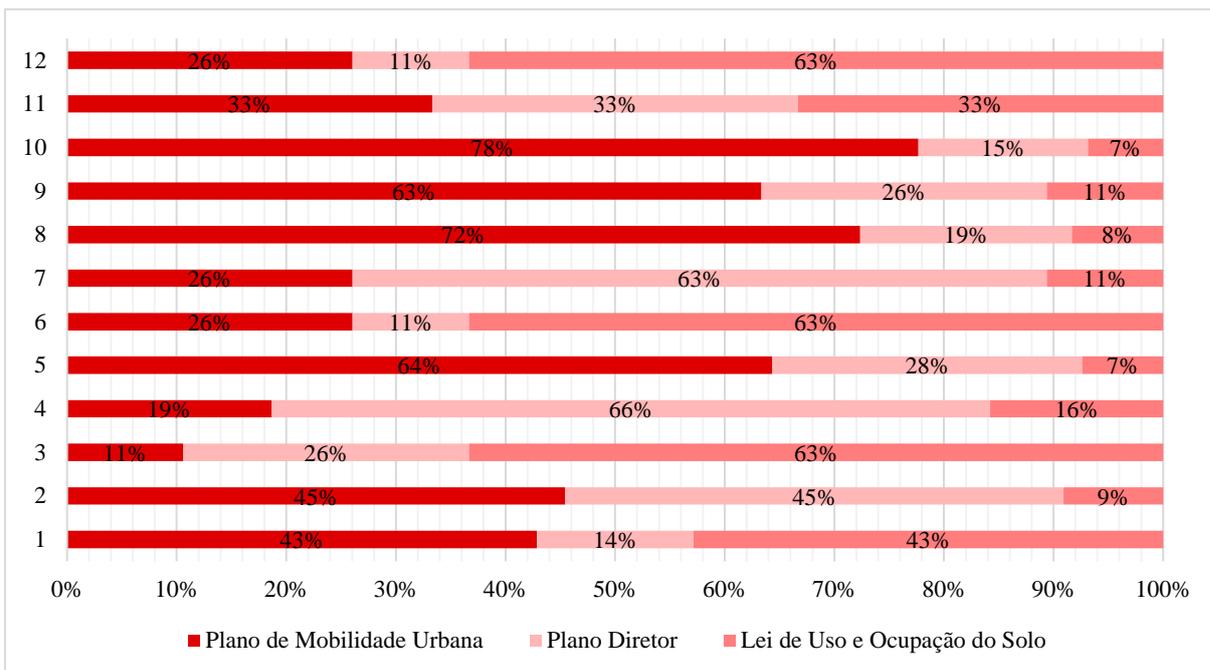


Figura 38 – Análise da matriz 4: subcritérios de políticas públicas

Fonte: Elaboração própria

A **Figura 39** apresenta a atribuição dos pesos dos 12 especialistas para a Matriz 5: Critérios da *Eficiência das Viagens*, em que avaliam qual tema é mais importante, o Transporte Ativo e Micromobilidade, Sistemas Integrados de Mobilidade de Transporte ou Transporte Público Hidroviário. Para 5 especialistas o tema de Transporte Ativo e Micromobilidade é de maior importância quando comparado ao de Sistemas Integrados de Mobilidade de Transporte e Transporte Público Hidroviário, com pesos variando entre 64% e 77%. Para 5 especialistas o tema de Sistemas Integrados de Mobilidade de Transporte é de maior importância quando comparado ao de Transporte Ativo e Micromobilidade e Transporte Público Hidroviário, com pesos variando entre 61% e 63%. Para 1 especialista considera o tema de Transporte Público Hidroviário de maior em relação ao Transporte Ativo e Micromobilidade e Sistemas Integrados de Mobilidade de Transporte, com pesos de 63% para cada. Para 1 especialista considera os temas de Sistemas Integrados de Mobilidade de Transporte e Transporte Público Hidroviário de maior em relação ao Transporte Ativo e Micromobilidade, com pesos de 45% para cada.

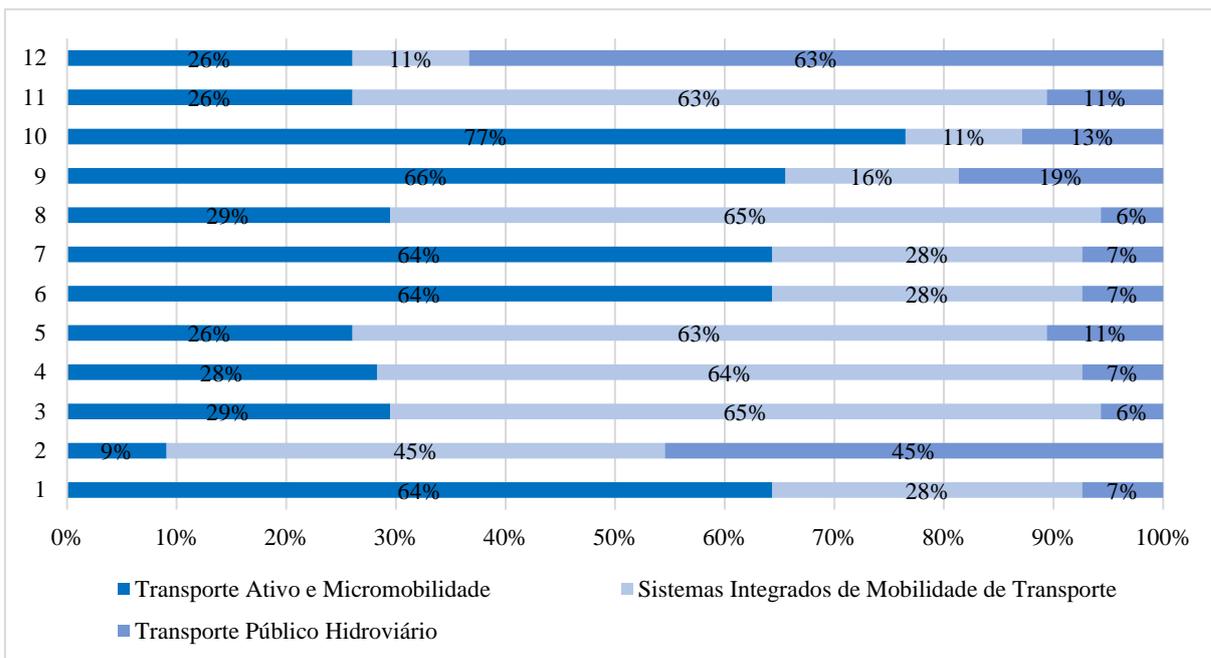


Figura 39 - Análise da matriz 5: critérios da eficiência das viagens
 Fonte: Elaboração própria

A **Figura 40** apresenta a atribuição dos pesos dos 12 especialistas para a Matriz 6: Subcritérios de Transporte Ativo e Micromobilidade, em que avaliam qual iniciativa é mais importante, a Infraestrutura ou a Educação. Para 10 especialistas a iniciativa de infraestrutura é de maior importância quando comparado à Educação, com pesos variando entre 75% e 90%. Para 2 especialistas consideram ambas as iniciativas de Infraestrutura e de Educação importantes, com pesos de 50% para cada.

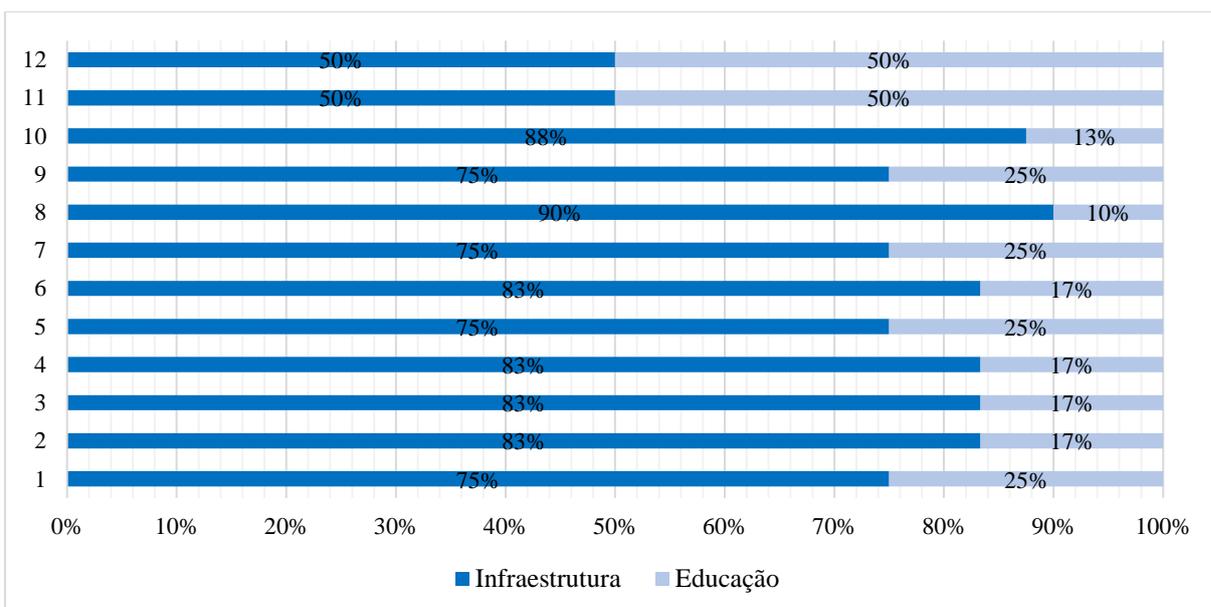


Figura 40 - Análise Matriz 6: subcritérios de transporte ativo e micromobilidade
 Fonte: Elaboração própria

A **Figura 41** apresenta a atribuição dos pesos dos 12 especialistas para a Matriz 7: Subcritérios de Sistema Integrados de Transporte, em que avaliam qual iniciativa é mais importante, a Mobilidade Compartilhada ou a Integração dos modos de transportes. Para 7 especialistas a iniciativa de Integração dos modos de transportes é de maior importância quando comparado à Mobilidade Compartilhada, com pesos variando entre 75% e 83%. Para 3 especialistas a iniciativa de Mobilidade Compartilhada é de maior importância quando comparado à Integração dos modos de transportes, com pesos variando entre 75% e 90%. Para 2 especialistas consideram ambas as iniciativas de Mobilidade Compartilhada e de Integração dos modos de transportes, com mesmo peso, de 50% para cada.

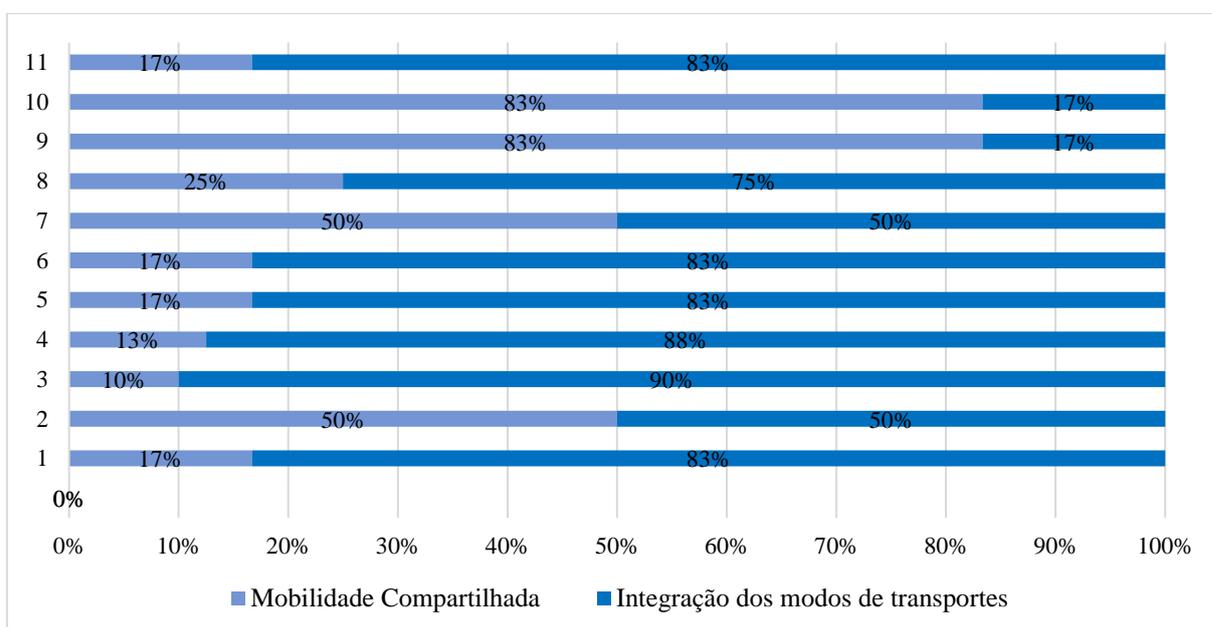


Figura 41 – Análise da matriz 7: subcritérios de sistema integrados de transporte
Fonte: Elaboração própria

A **Figura 42** apresenta a atribuição dos pesos dos 12 especialistas para a Matriz 8: Critérios da *Eficiência Veicular*, em que avaliam qual tema é mais importante, a Eletromobilidade ou o Transporte 4.0. Para 8 especialistas o tema de Eletromobilidade é de maior importância quando comparado ao de Transporte 4.0, com pesos variando entre 75% e 83%. Para 2 especialistas o tema de Transporte 4.0 é de maior importância quando comparado ao de Eletromobilidade, com pesos de 75% cada. Para 2 especialistas consideram ambos os temas de Eletromobilidade e de Transporte 4.0 é de maior importância quando comparado ao de Eletromobilidade, com mesmo peso de 50% para cada.

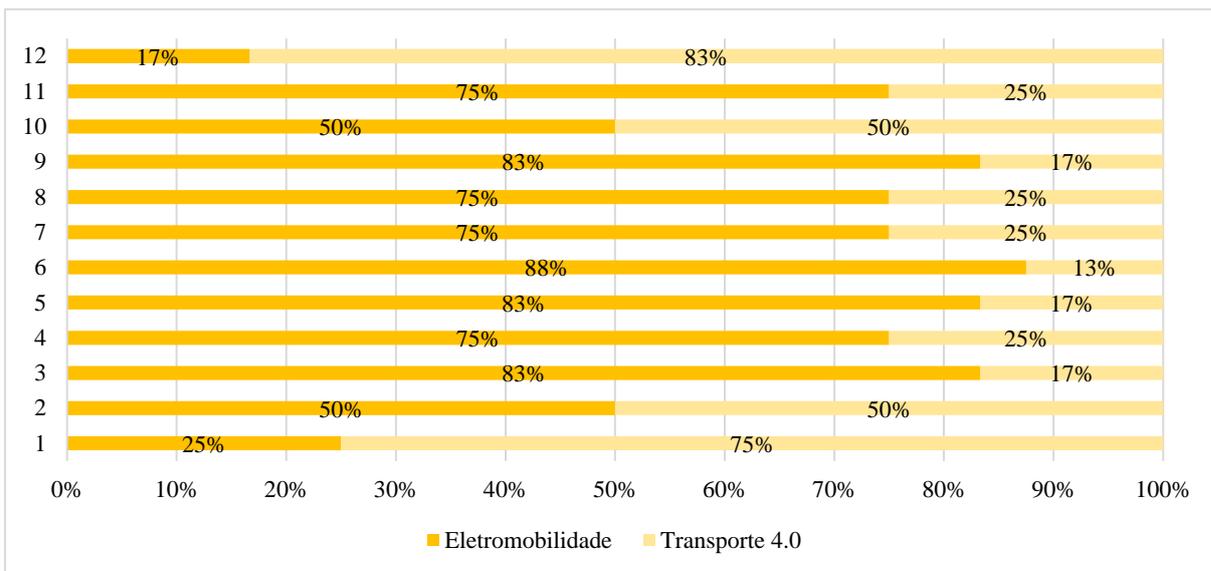


Figura 42 - Análise da matriz 8: critérios da eficiência veicular
 Fonte: Elaboração própria

A **Figura 43** apresenta a atribuição dos pesos dos 12 especialistas para a Matriz 9: Subcritérios de Sistema de Acionamento de Veículos, em que avaliam qual iniciativa é mais importante, o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) ou a Eletromobilidade. Para 5 especialistas a iniciativa de Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) é de maior importância quando comparado à Eletromobilidade, com pesos variando entre 75% e 88%. Para 5 especialistas a iniciativa de Eletromobilidade é de maior importância quando comparado ao Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), com pesos variando entre 75% e 88%. Para 2 especialistas consideram ambas as iniciativas de Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e Eletromobilidade, com mesmo peso, de 50% para cada.

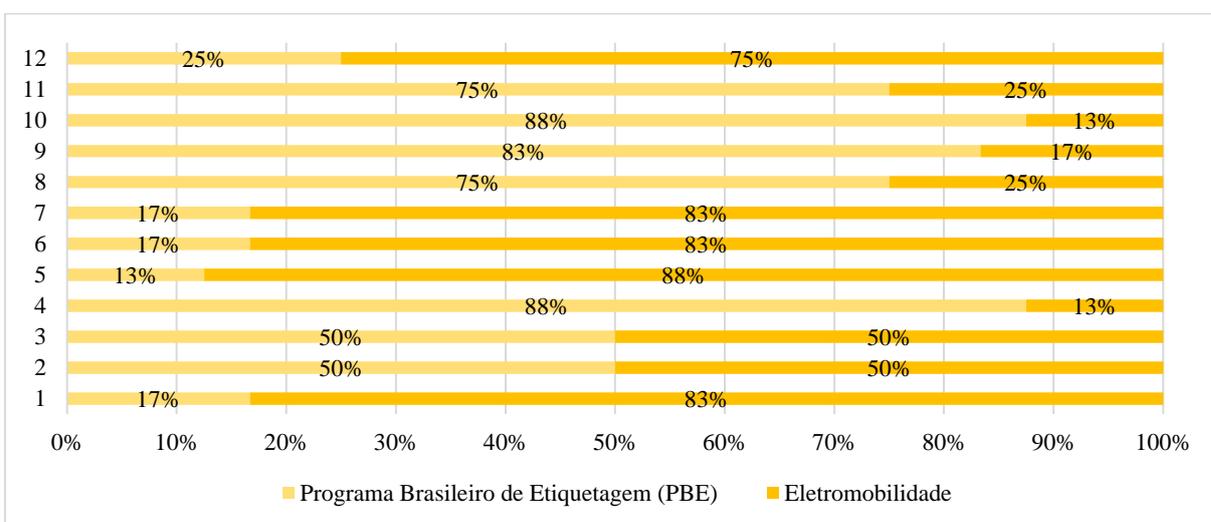


Figura 43 - Análise matriz 9: subcritérios de sistema de acionamento de veículos
 Fonte: Elaboração própria

A **Figura 44** apresenta a atribuição dos pesos dos 12 especialistas para a Matriz 10: Subcritérios de Transporte 4.0, em que avaliam qual iniciativa é mais importante, a Conectividade entre os veículos, os Veículos com combustíveis renováveis ou os Carros autônomos. Para 10 especialistas a iniciativa de Veículos com combustíveis renováveis é de maior importância quando comparado à Conectividade entre os veículos e Carros autônomos, com pesos variando entre 63% e 78%. Para 2 especialistas a iniciativa de Conectividade entre os veículos é de maior importância quando comparado ao Veículos com combustíveis renováveis e Carros autônomos, com pesos variando entre 45% e 48%. Para iniciativa Carros autônomos, quando comparada com as demais iniciativas, não teve maior relevância de ser a iniciativa mais importante.

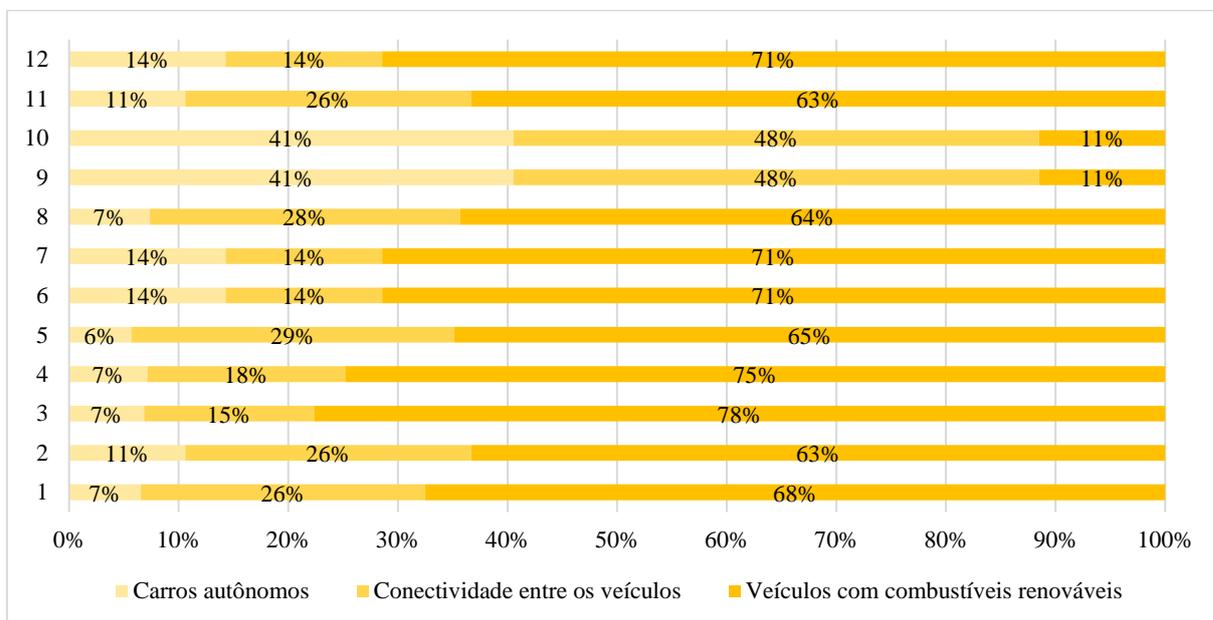


Figura 44 - Análise da matriz 10: subcritérios de transporte 4.0

Fonte: Elaboração própria

E, por fim, a **Figura 45** apresenta a atribuição dos pesos de todos os temas referentes aos três pilares para que seja feita uma análise geral, se necessário. E a **Figura 46** apresenta a atribuição dos pesos de todas as iniciativas referentes aos três pilares para que seja feita uma análise geral, se necessário.

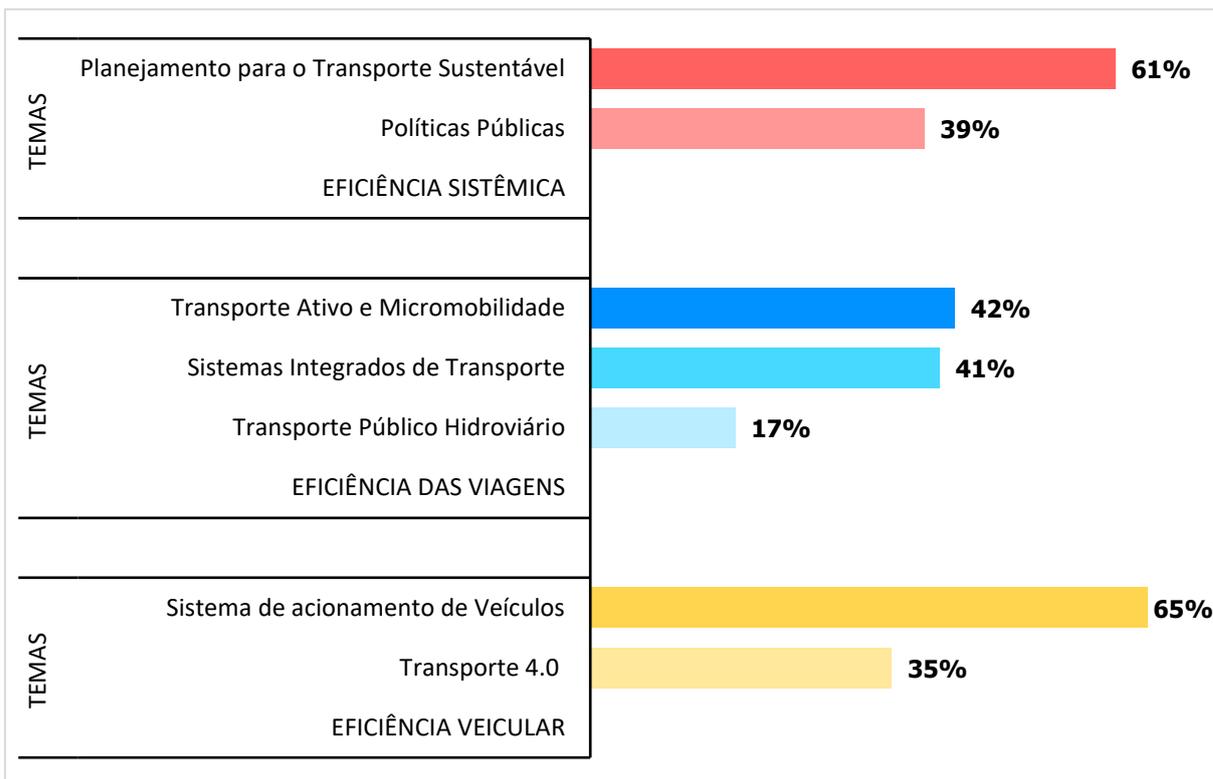


Figura 45 – Análise geral dos temas referentes aos três pilares de eficiência energética
 Fonte: Elaboração própria

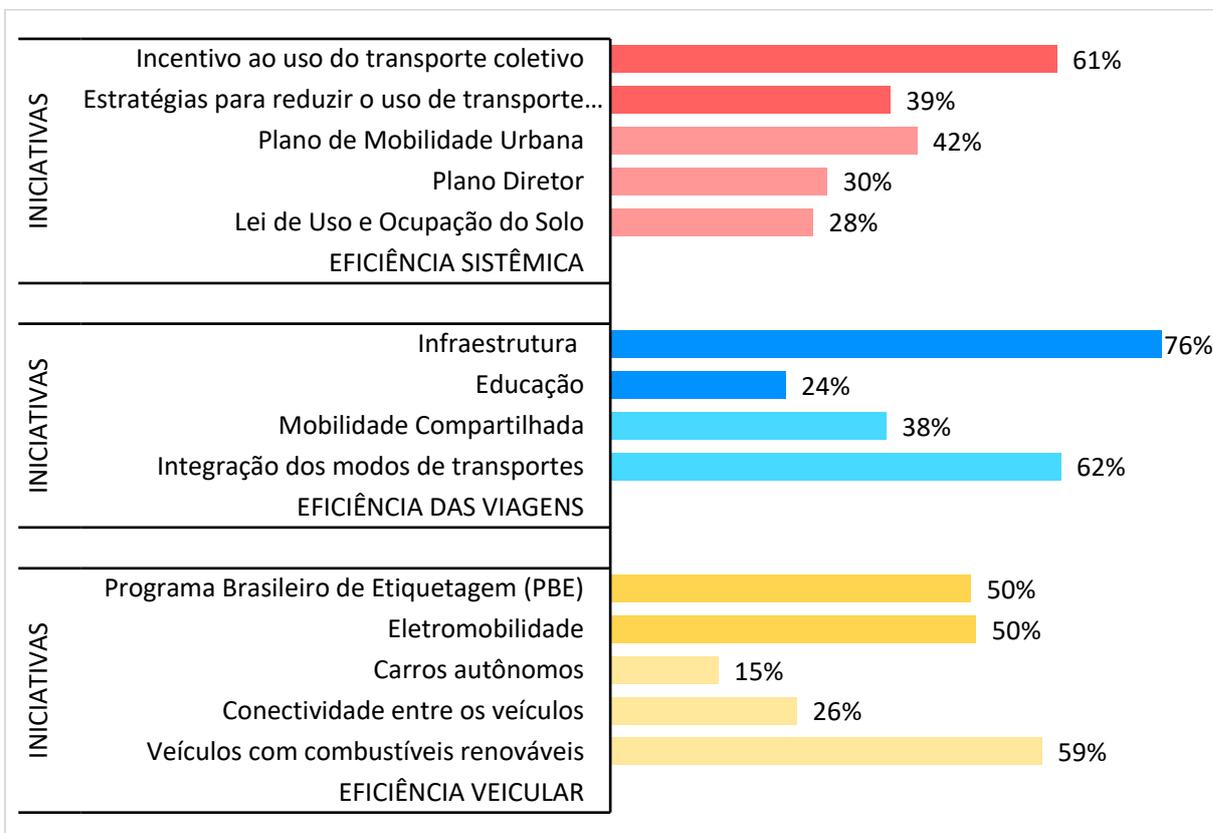


Figura 46 - análise das iniciativas referentes aos três pilares de eficiência energética
 Fonte: Elaboração própria

5.1.3 Cálculo do Grau de Importância dos Atributos (4º Nível)

Com o intuito de determinar o grau de importância para cada atributo (critérios que compõem o último nível da estrutura hierárquica) de acordo com as iniciativas, foi calculada a importância relativa, ou o peso, que cada atributo possui dentro da Iniciativa (i) do pilar de eficiência energética elencado, de acordo com a Equação 7. A soma dos pesos dos atributos pertencentes a mesma Iniciativa deve ser igual a 1,0.

$$W_a = \frac{I_a}{n} \quad (7)$$

Em que:

- W_a = Peso do atributo a
- I_a = Importância do atributo a (Valor 1,0 para todos os atributos);
- n = Número de atributos a pertencentes a mesma iniciativa (i).

Tabela 12 apresenta os pesos de cada atributo e de seus respectivos pilares de eficiência energética, considerando a avaliação da importância na estrutura de avaliação, e o resultado do grau de importância dos atributos pela Equação 7.

Tabela 12 – Pesos dos atributos referentes aos pilares de eficiência energética.

Pilar	Tema	Iniciativas	Atributos	Peso	
EFICIÊNCIA SISTÊMICA	Planejamento para o Transporte Sustentável	Incentivo ao uso do transporte coletivo	Qualidade do Ônibus tradicional	0,17	
			Projetos Ônibus tradicional	0,17	
			Qualidade de BRT	0,17	
			Qualidade do Transporte Ferroviário urbano	0,17	
			Projetos do BRT	0,17	
			Projetos do Transporte Ferroviário urbano	0,17	
		Estratégias para reduzir o uso de transporte individual	Incentivos ao Home office	0,50	
	Políticas Públicas	Plano de Mobilidade Urbana	Restrições de tráfego e estacionamento	0,50	
			Plano Diretor	Existência do plano de mobilidade	0,33
				Incentivo a projetos de modos ativos de transportes	0,33
		Incentivo a projetos de transportes coletivos		0,33	
		Lei de Uso e Ocupação do Solo	Propostas para a mobilidade sustentável	0,50	
			Incentivos para edificações de uso de misto	0,50	
			Acessibilidade a equipamentos públicos	0,50	
Qualificação do espaço com foco no transporte público	0,50				
EFICIÊNCIA DAS VIAGENS	Transporte Ativo e Micromobilidade	Infraestrutura	Projetos para a caminhabilidade	0,33	
			Projetos cicloviários	0,33	
			Projetos para a Micromobilidade	0,33	
	Sistemas Integrados de Transporte	Educação	Campanhas Educativas	0,50	
			Descarbonização do transporte	0,50	
		Mobilidade Compartilhada	Compartilhamento de Bicicletas e outros	0,50	
			Compartilhamento de Viagens	0,50	
Integração dos modos de transportes			1,00		

Pilar	Tema	Iniciativas	Atributos	Peso
	Transporte Público Hidroviário	Transporte Público Hidroviário		1,00
EFICIÊNCIA VEICULAR	Sistema de acionamento de Veículos	Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)	Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV)	0,50
			Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) de pneus	0,50
		Eletromobilidade	Ônibus elétricos a bateria	0,20
			Ônibus elétricos movidos a energia solar	0,20
			Carros elétricos a bateria	0,20
			Carros híbridos e híbridos plug-in	0,20
		Postos de Recargas para automóveis	0,20	
	Transporte 4.0	Carros autônomos		1,00
		Conectividade entre os veículos		1,00
		Veículos com combustíveis renováveis		1,00

Fonte: Elaboração própria

5.2 Análise de Desempenho dos Atributos

Os atributos estão relacionados as iniciativas, que foram definidas a partir dos temas, que por sua vez tem o ponto de partida cada pilar de Eficiência Energética, como foi apresentado na seção 5.1, página 91.

Os valores de análise de desempenho dos atributos variam entre **0,00** e **1,00** sendo **0,00** a pior situação e **1,00** a melhor situação. De acordo com a escala de valores considerada, o valor **1,0** é utilizado quando o atributo existe e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade; valor **0,75** quando o atributo existe de forma parcial, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade; valor **0,50** quando o atributo existe de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade; valor **0,25** quando o atributo existe de forma parcial, estando em fase de inicial de desenvolvimento, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade; por fim, o valor **0,00** é utilizado quando o atributo não existe, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.

O levantamento de dados considerou várias fontes de consulta para verificar as condições de eficiência energética representada por cada atributo dos três pilares avaliados. A coleta de dados foi realizada em pesquisas documental, relatórios técnicos e sites oficiais da Prefeitura Municipal, conforme **Tabela 13**.

Tabela 13 – Fonte de coleta de dados para análise de desempenho dos atributos

Decretos e Leis	Relatórios	Sites
Decreto Nº 59.755 de 14 de Setembro de 2020	Programa de Metas 2021 - 2024 - Secretaria de Governo Municipal de São Paulo	https://www.metrocptm.com.br/trem-intercidades/
Decreto Nº 58.907, de 09 de agosto de 2019	Relatório de Execução anual do Programa de Metas 2021 - 2024- Secretaria de Governo Municipal de São Paulo	https://www.emtu.sp.gov.br/
Lei nº 13.798, de 09 de novembro de 2009		http://educacao.cetsp.com.br/
Decreto Nº 57.889, de 21 setembro de 2017	Pesquisa de Avaliação da Satisfação e dos Serviços Segundo a Opinião dos Passageiros dos Trens da CPTM	https://www.prefeitura.sp.gov.br
		https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br
Decreto nº 56.981, de 10 de maio de 2016	PlanMob/SP 2015 - Plano de Mobilidade de São Paulo	https://www.cptm.sp.gov.br
Lei Federal nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012	Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014	https://sampabikers.com.br/
		https://diariodotransporte.com.br
Lei Municipal de São Paulo nº 16.802	Novo Zoneamento - Lei nº 16.402/16	https://www.capital.sp.gov.br/
Lei nº 15.997, de 27 de maio de 2014	Plano Estadual de Energia 2050 - São Paulo	https://www.gov.br/inmetro
Lei Federal nº 13.755/2018	Programa Rota 2030	http://www.abve.org.br/

Fonte: Elaboração própria

A seguir é apresentado os resultados da coleta de dados no município de São Paulo – MG sobre cada atributo do Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana, que permitiu determinar o desempenho de cada um.

5.2.1 Desempenho das Iniciativas de Eficiência Sistêmica

A Eficiência Sistêmica tem como objetivo “evitar” viagens sempre que possível por meio de logísticas que influenciam a redução do uso no transporte ou de aproximação das áreas urbanas. Nesse sentido, esse pilar traz iniciativas que possam trazer melhorias para o planejamento para o transporte sustentável.

5.2.1.1 Qualidade do Ônibus Tradicional

Pilar	Tema	Iniciativa
1. Eficiência Sistêmica	1.1. Planejamento para o Transporte Sustentável	1.1.1. Incentivo ao uso do Transporte Coletivo

O Índice de Qualidade Transporte – IQT é um instrumento utilizado para avaliar a qualidade do serviço de transporte prestado pelas concessionárias, da qualidade da prestação do serviço, atribuída uma pontuação às empresas operadoras, que é atribuída uma pontuação às empresas operadoras, utilizando um sistema de ponderação sobre os indicadores estabelecidos. utilizando um sistema de ponderação sobre os indicadores estabelecidos, em uma escala de 0 a

100. Essa sistemática tem por objetivo promover melhorias na prestação de serviços de transporte prestados, estabelecendo um ranking de desempenho das Concessionárias, possibilitando àquelas que apresentarem resultados inferiores se esforcem para atingir um nível de qualidade. Conforme é estabelecido nos contratos entre a Prefeitura Municipal e as concessionárias, o desempenho mínimo exigido para fechamento de cada ciclo de avaliação, é de um período mínimo, de seis meses.

Na **Figura 47**, o IQT é composto por quatro índices parciais de qualidade (IQO - Índice de Qualidade Operacional; IQF - Índice de Qualidade da Frota; IQC - Índice de Qualidade da Satisfação do Cliente; IQE - Índice de Qualidade Econômico-financeira) e avaliação. Cada índice é obtido e calculado isoladamente, atribuindo-se pontuações que variam de 0 (zero) a 10 (dez):



Figura 47 - Índices parciais de qualidade e avaliação do IQT
 Fonte: EMTU - Empresa Metropolitana de Transporte Urbanos de SP (2022)

O Índice de Qualidade do Transporte (IQT) resulta de uma média ponderada dos índices parciais.

$$IQT = 0,25IQF + 0,30IQO + 0,15IQE + 0,30IQC$$

Conforme o site Mobilidade Segura de São Paulo, em janeiro de 2023 o IQT teve pontuação de 80,43 para grupo relacionado ao sistema público; 82,79 para o grupo relacionado à estrutura, e 77,84 para o grupo relacionado à localização de distribuição de ônibus.

Portanto, atribui-se o valor **1,00** para o desempenho do atributo “Qualidade do Ônibus Tradicional”, uma vez que o município possui um método consolidado para realizar frequentemente a análise de qualidade do sistema de transporte por ônibus, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade.

5.2.1.2 Projetos para o Ônibus Tradicional

Pilar	Tema	Iniciativa
1. Eficiência Sistêmica	1.1. Planejamento para o Transporte Sustentável	1.1.1. Incentivo ao uso do Transporte Coletivo

A Prefeitura Municipal de São Paulo realizou um Programa nomeado de Metas 2021-2024, que é instrumento de planejamento norteador e tem metas direcionadas para diversos setores do município. Para o setor de transporte, foram criadas metas que visam na ampliação do transporte público. Conforme dados do Programa Metas 2021-2024, atualmente, São Paulo possui 131,2 quilômetros de corredores de ônibus, e conta com 32 terminais urbanos de ônibus de gestão municipal e com mais de 500 quilômetros de faixas exclusivas de ônibus.

Nesse programa, a Meta 46 tem como meta viabilizar 40 km de novos corredores de Ônibus, atendendo as regiões Leste e Sul da cidade, em acordo com as prioridades definidas no Plano Municipal de Mobilidade Urbana de São Paulo. Já a Meta 47 tem como objetivo implantar quatro novos terminais de ônibus, em consonância com as prioridades estabelecidas no Plano Municipal de Mobilidade Urbana, o que representa um aumento de 13% no número de terminais de ônibus da cidade. Por fim, a Meta 48 refere-se à implantação de mais 50km de faixas exclusivas de ônibus. Assim como os corredores, as faixas exclusivas de ônibus contribuem para a redução dos tempos de deslocamento dos cidadãos e das cidadãs, melhorando a qualidade de vida de todos e todas. A previsão das metas é que todas sejam concluídas até o fim de 2024.

No Relatório de Execução Anual de 2021 e no Relatório do 1º semestre de 2022, consolidam-se os resultados e entregas das metas. Para a meta 46, as obras iniciaram em junho/2022. Para a meta 47 foram iniciadas no segundo semestre de 2022. E para a meta 48, até o momento, em torno de 50% já foi cumprida. A previsão é que os quilômetros faltantes sejam implantados durante o segundo semestre de 2022.

Portanto, atribui-se o valor **0,75** para o desempenho do atributo “Projetos para o Ônibus Tradicional”, uma vez que o município já iniciou implementação das metas, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.1.3 Qualidade do BRT

Pilar	Tema	Iniciativa
1. Eficiência Energética	1.1. Planejamento para o Transporte Sustentável	1.1.1. Incentivo ao uso do Transporte Coletivo

O Observatório de Mobilidade Segura de São Paulo é portal que reúne dados sobre a mobilidade urbana, e foi desenvolvido pela Prefeitura Municipal de São Paulo, por meio da

Secretaria Municipal de Mobilidade e Transportes (SMT). Para avaliar a qualidade de BRT e também do ônibus tradicional, existe uma técnica baseada em 3 indicadores (Frota dos ônibus, Índice de Qualidade do Transporte (IQT) e Pessoas Transportadas). O primeiro indicador, *Frota dos ônibus*, é responsável pela definição das especificações técnicas dos veículos, tanto de ônibus tradicional como de BRT. Conforme dados SPTrans (2022), em novembro de 2022 cerca de 13.341 ônibus estavam em circulação no município, sendo que 48% dos ônibus em circulação foram BRTs. O segundo indicador é o *Índice de Qualidade do Transporte (IQT)*, apresentado no atributo Qualidade do Ônibus Tradicional, que também avalia de modo geral o BRT. O terceiro indicador refere-se à quantidade de *Pessoas Transportadas*. Dados SPTrans (2022), mostram que em 2019 (antes da Pandemia COVID-19), a quantidade de pessoas transportadas foram em torno de 3 milhões de passageiros. No período COVID-19 cerca de 50% não utilizou transporte público, e pós-covid-19 teve um aumento em torno de 40%.

Conforme é estabelecido nos contratos entre a Prefeitura Municipal e as concessionárias, o desempenho mínimo exigido para fechamento de cada ciclo de avaliação, é de um período mínimo, de seis meses.

Portanto, atribui-se o valor **1,00** para o desempenho do atributo “Qualidade do BRT”, uma vez que o município possui um método consolidado para realizar frequentemente a análise de qualidade do sistema de transporte por ônibus, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade.

5.2.1.4 Qualidade do Transporte Ferroviário Urbano

Pilar	Tema	Iniciativa
1. Eficiência Sistêmica	1.1. Planejamento para o Transporte Sustentável	1.1.1. Incentivo ao uso do Transporte Coletivo

A Companhia Paulista de Trens Metropolitanos -CPTM. (2022) é responsável pelo setor metroferroviário (metrô, trem urbano e Veículo Leve sobre Trilhos) e atende 18 municípios na Região Metropolitana de São Paulo.

A pesquisa de avaliação da satisfação e dos serviços segundo a opinião dos passageiros dos trens da CPTM é realizada uma vez por ano. A última pesquisa foi realizada em novembro de 2022 feita por uma equipe composta por 12 (doze) pesquisadores e 4 (quatro) supervisores entre os dias 07 e 23 de novembro de 2022. Nesta amostra foram aplicados 3.450 questionários nas 5(cinco) linhas existentes (7,10,11,12 e 13) da CPTM, em que avaliou:

- Percepção da Qualidade do Serviço da CPTM: A qualidade do serviço oferecido; percepção da qualidade do serviço; onde percebeu mudança prestado. A pesquisa

mostra que para as linhas existentes são consideradas boas, entre pontuação de 52,95% a 61,39%;

- Avaliação dos serviços: avaliação das linhas; classificação das instalações; problemas mais graves durante as viagens; problemas mais graves nas estações. A pesquisa mostra que a qualidade dos trens melhoraram, entretanto o tempo de espera ainda é uma situação ruim, entre 50% e 60%.
- Avaliação dos serviços: Percepção da Qualidade do Serviço da CPTM para o Futuro: A qualidade do serviço oferecido pela CPTM irá melhorar, se manterá igual ou vai piorar nos próximos 5 anos. A pesquisa mostra que necessita de melhorias, entre 75 e 80%.

Portanto, atribui-se o valor **0,50** para o desempenho do atributo “Qualidade do Transporte Ferroviário Urbano”, uma vez que o município possui um método consolidado para realizar a análise de qualidade do sistema, mas considera-se de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.1.5 Projetos para o BRT

Pilar	Tema	Iniciativa
1. Eficiência Sistêmica	1.1. Planejamento para o Transporte Sustentável	1.1.1. Incentivo ao uso do Transporte Coletivo

No Programa de Metas 2021-2024 é apresentado a Meta 45, que tem como objetivo implantar corredores de ônibus BRT (*Bus Rapid Transit*) na Avenida Aricanduva e na Radial Leste, promovendo a conexão dessa região da cidade com a região central. Ademais, a presença destas estações nos locais de embarque garante maior conforto, acessibilidade física e proteção a intempéries aos passageiros e às passageiras. No Relatório de Execução Anual de 2021 e no Relatório do 1º semestre de 2022, consolidam-se os resultados e entregas das metas. Ao longo de 2021, foi elaborado o edital de licitação para contratação da complementação de obras dos corredores. Em 2022 a obra já está em andamento, com previsão de conclusão no segundo semestre.

Portanto, atribui-se o valor **0,75** para o desempenho do atributo “Projetos para o BRT”, uma vez que o município já iniciou a implementação da meta, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.1.6 Projetos para o Transporte Ferroviário Urbano

Pilar	Tema	Iniciativa
1. Eficiência Sistêmica	1.1. Planejamento para o Transporte Sustentável	1.1.1. Incentivo ao uso do Transporte Coletivo

Conforme Plano de Ação de Transporte e Logística para a macrometrópole Paulista (PAM-TL), desenvolvido pela Secretaria Estadual de Logística e Transportes de São Paulo e o Governo do Estado de São Paulo, é previsto a implantação de um “Trem Intercidades – TIC” até o ano de 2040, com objetivo de ligar São Paulo nas seguintes cidades: Campinas (Aeroporto de Viracopos), Sorocaba, Santos e São José dos Campos. O Trem intercidades terá capacidade total de 1.200 passageiros e a velocidade máxima de 160 km/h.

Portanto, atribui-se o valor **0,25** para o desempenho do atributo “Projetos para o Transporte Ferroviário Urbano” uma vez que o município possui um projeto de implementação estando em fase de inicial de desenvolvimento, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.1.7 Incentivos ao Home office (Teletrabalho)

Pilar	Tema	Iniciativa
1. Eficiência Sistêmica	1.1. Planejamento para o Transporte Sustentável	1.1.2. Estratégias para evitar ou reduzir o uso de transporte individual

O teletrabalho é uma modalidade de serviço em que é executado fora das dependências físicas da empresa. Esse formato ganhou força em 2020, com a pandemia da Covid-19.

No âmbito Nacional, em 02 de setembro de 2022 foi aprovada a Lei do teletrabalho. No Art. 75-B, da Lei nº 14.442, cita que “*Considera-se teletrabalho ou trabalho remoto a prestação de serviços fora das dependências do empregador, de maneira preponderante ou não, com a utilização de tecnologias de informação e de comunicação, que, por sua natureza, não configure trabalho externo.*”

Em 2018 foi publicado o projeto de Lei 511/2018, que "Institui a Política Municipal de Incentivo ao Teletrabalho na cidade de São Paulo e dá outras providências". A proposta prevê incentivos fiscais de dois impostos diferentes, o primeiro benefício fiscal será concedido para as empresas que adotarem a modalidade de teletrabalho aos seus contratados, terão redução do Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza – ISS, limitado à 1% (um por cento) da alíquota. Entretanto, até no início do ano de 2023, o município ainda não possui regulamentação para essa questão aprovada em forma de lei.

Portanto, atribui-se o valor **0,00** para o desempenho do atributo “Incentivos ao Home office (teletrabalho)”, pois não existem ações públicas e/ou privadas existentes no município para incentivar o home office, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.1.8 Restrições de Tráfego e Estacionamento

Pilar	Tema	Iniciativa
1. Eficiência Sistêmica	1.1. Planejamento para o Transporte Sustentável	1.1.2. Estratégias para evitar ou reduzir o uso de transporte individual

O Programa de Restrição ao Trânsito de Veículos Automotores, conhecido como “rodízio municipal de veículos”, tem como base o rodízio de veículos, que foi desenvolvido na Lei nº 12.490 de 03 de outubro de 1997, com o intuito de ajudar a mobilidade urbana referente ao intenso volume de veículos na cidade. A restrição refere-se ao final da placa do veículo (0-9), ocorre de 2ª a 6ª feira, exceto feriados, nos períodos das 7h às 10h e das 17h às 20h, nas principais vias de São Paulo.

O *Parklet* é uma ação de Política Pública que tem como objetivo promover a extensão temporária da calçada, utilizando para isto uma área anteriormente ocupada por veículos estacionados. Para ampliar o alcance dessa política pública para as demais regiões da cidade, a Prefeitura de São Paulo promoveu a construção e implantação de *32 parklets públicos* – um por subprefeitura do Município.

Conforme **Figura 48**, as calçadas, espaços públicos mais abundantes no contexto urbano, e ganham uma poderosa amplitude em benefício dos pedestres e da qualidade de vida urbana. Os parklets contribuem para a vivacidade das ruas ao oferecer oportunidades para a permanência dos cidadãos, especialmente onde já se observa a presença de pessoas, a realização de atividades cotidianas em áreas próximas aos caminhos mais frequentes da cidade.



Figura 48 - Benefícios promovidos pelos parklets
Fonte: Políticas de Incentivo Parklets Municipais de São Paulo

Portanto, atribui-se o valor **1,00** para o desempenho do atributo “Restrições de tráfego e estacionamento” uma vez que o município possui ações e contribui efetivamente para a eficiência.

5.2.1.9 Existência do Plano de Mobilidade Urbana

Pilar	Tema	Iniciativa
1. Eficiência Sistêmica	1.2. Políticas Públicas	1.2.1. Plano de Mobilidade

O Plano de Mobilidade de São Paulo – PlanMob/SP 2015 foi instituído pelo Decreto 56.834 de fevereiro de 2016 e foi estimado para os próximos *15 anos*. No PlanMob/SP 2015 foram adotados três eixos fundamentais para orientar a análise e a definição das ações: A primeira ação refere-se à mobilidade urbana como resultado de políticas públicas; a segunda ação refere-se à organização do Sistema de Mobilidade Urbana para a oferta, com acessibilidade, de serviços universais, a partir da rede de transporte público coletivo e dos modos não motorizados de transporte; e a terceira ação refere-se ao reconhecimento da mobilidade urbana como política fundamental para a melhoria da qualidade ambiental urbana.

Portanto, atribui-se o valor **1,00** para o desempenho do atributo “Existência do Plano de Mobilidade Urbana” uma vez que o município possui um Plano de Mobilidade atualizado posterior à Lei 12.587/12, que institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade.

5.2.1.10 Incentivo a Projetos de Modos Ativos de Transporte

Pilar	Tema	Iniciativa
1. Eficiência Sistêmica	1.2. Políticas Públicas	1.2.1. Plano de Mobilidade

O PlanMob/SP 2015 compreende que mobilidade urbana é resultado de uma política pública e que o Sistema de Mobilidade Urbana deve ser estruturado por meio do transporte coletivo e do transporte ativo. No item 5.2 do PlanMob/SP 2015 é proposto o incentivo aos *modos não motorizados* ou mais propriamente à *mobilidade ativa*, que promovem ganhos ambientais, econômicos, sociais e de saúde, beneficiando os usuários e a cidade. Em novembro de 2015 a cidade de São Paulo contava com 365 km de vias destinadas aos ciclistas no sistema viário urbano (incluindo 04 pontes e 02 viadutos), sendo que 150 km foram implementados no período 2013/2014. O Plano de Metas previa a implantação de 190 km até o final de 2016 (meta 97), totalizando 400 km de vias destinadas aos ciclistas. Entretanto, essa previsão foi ampliada até 2028, com a previsão de implantação de 600 km adicionais.

Portanto, atribui-se o valor **0,50** para o desempenho do atributo “Incentivo a projetos de modos ativos de transporte” uma vez que o Plano de Mobilidade possui estratégias de incentivo a projetos de modos ativos de transporte, posterior à Lei 12.587/12, que institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana, porém existe de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.1.11 Incentivo a Projetos de Transportes Coletivos

Pilar	Tema	Iniciativa
1. Eficiência Sistêmica	1.2. Políticas Públicas	1.2.1. Plano de Mobilidade

Na seção 5.1 do PlanMob/SP 2015 refere-se às propostas para o Sistema de Transporte Público Coletivo de Passageiros, que tem como objetivo de planejamento estrutural da rede, gerenciamento e fiscalização do transporte coletivo público de passageiros. A reorganização para estruturação do espaço urbano tem como foco melhorias da acessibilidade ao espaço urbano e da mobilidade da população, a serem alcançadas pela disponibilização de uma rede interligada, flexível e abrangente de serviços de transporte público coletivo. Tem como objetivo também uma rede que possa garantir a ligação dos diversos subcentros espalhados pela cidade, assim como promover a ligação dos subcentros com os bairros de suas áreas de influência. A melhoria tecnológica dos motores e renovação da frota é uma das prioridades de melhorias no Transporte Público.

A SPTrans propôs um conjunto de redes de linhas de ônibus estruturais para operar nos “dias úteis e nos sábados”, uma rede de linha para operar aos “domingos”, e uma rede de linha para operar no período da “madrugada”. Cada configuração das redes de linhas de ônibus está baseada nos desejos de viagem dos passageiros nos diferentes períodos e desenvolvida com o objetivo de adequar da melhor maneira possível a oferta de ônibus à variação horária e semanal da demanda. A rede de linha do dia útil e do sábado terão serviços semelhantes e foram desenhadas para atendimento da demanda diária fora do horário de pico. A rede de linha do domingo reflete no comportamento peculiar dos passageiros neste dia, levando em consideração a maior demanda por acesso ao comércio, equipamentos de esporte e lazer, como parques, centros de compras, entre outros. A rede de linha da madrugada prioriza o acesso a equipamentos e serviços que funcionam nesse período como por exemplo, hospitais, bares, entre outros.

Portanto, atribui-se o valor **1,00** para o desempenho do atributo “Incentivo a projetos de transportes coletivos” uma vez que o Plano de Mobilidade possui estratégias de incentivos

a projetos de transportes coletivos, posterior à Lei 12.587/12, que institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade.

5.2.1.12 Propostas para a Mobilidade Sustentável

Pilar	Tema	Iniciativa
1. Eficiência Sistêmica	1.2. Políticas Públicas	1.2.2. Plano Diretor

O Plano Diretor Estratégico 2014 trata a mobilidade urbana a partir da integração e articulação entre diferentes meios de transporte. Estabelece recursos mínimos e permanentes para ampliar a rede de linhas de ônibus estruturais e qualificar o transporte público e os meios de transporte não-motorizados (sistema cicloviário e de circulação de pedestres), menos poluentes. Reconhece, ainda, novos componentes do sistema de mobilidade urbana (sistema de logística, hidroviário e compartilhamento de automóveis) para estruturação de uma matriz de deslocamentos mais abrangente, eficiente e ambientalmente equilibrada.

O plano busca racionalizar as dinâmicas e o aproveitamento do solo urbano orientando o crescimento da cidade nas proximidades do transporte público. Trata-se de uma estratégia que propõe a expansão da rede de transporte coletivo e o incentivo aos modos de transporte não motorizados, contribuindo para a redução da necessidade de deslocamentos por automóveis e para a qualificação urbana e ambiental.

No *art. 225* do Plano Diretor, a mobilidade urbana é definida como conjunto organizado e coordenado dos modos de transporte, serviços, equipamentos, infraestruturas e instalações operacionais, e os principais objetivos para desenvolvimentos de ações de políticas públicas e projetos no Sistema de Mobilidade são:

- Qualificar as condições de mobilidade e integração entre os meios de transporte;
- Priorizar o transporte público coletivo, cicloviário e a circulação de pedestres;
- Desestimular o uso do transporte individual motorizado;
- Reduzir o tempo de viagem da população;
- Ampliar o acesso e a distribuição de infraestrutura de mobilidade urbana na cidade;
- Melhorar as condições de integração entre os diferentes modais de transporte;

No *art. 228* do Plano Diretor refere-se à projetos, ações e investimentos públicos e privados direcionados à mobilidade urbana. Entretanto, devem ser orientados segundo as seguintes diretrizes:

- Diminuir o desequilíbrio existente na apropriação do espaço utilizado para a mobilidade urbana, favorecendo os modos coletivos que atendam a maioria da população, sobretudo os extratos populacionais mais vulneráveis;
- Promover ampla participação de setores da sociedade civil em todas as fases do planejamento e gestão da mobilidade urbana;
- Criar estacionamentos públicos ou privados nas extremidades dos eixos de mobilidade urbana, em especial junto às estações de metrô, monotrilho e terminais de integração e de transferência entre modais.

Entretanto, há ainda um conjunto de medidas e mecanismos previstos no PDE que não foram implementados e que devem ter sua viabilização reconhecida como prioridade pela Prefeitura, que devem ser alcançados até 2029. Em 2021, a Prefeitura de São Paulo, por meio da Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento (SMUL), deu início à Revisão Intermediária do Plano Diretor Estratégico (Lei nº 16.050/2014), com propósito de fazer ajustes, calibrações e melhorias à luz dos resultados obtidos por sua implementação, das correções de rumo necessárias e de adequações ao contexto da realidade atual. A Revisão Intermediária do Plano Diretor Estratégico tem previsão de término no primeiro semestre de 2023.

Portanto, atribui-se o valor **0,75** para o desempenho do atributo “Propostas para a mobilidade sustentável” uma vez que o Plano Diretor possui propostas que direcionam à mobilidade sustentável e aborda o tema de forma ampla, entretanto ainda estão em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.1.13 Incentivos para Edificações de Uso de Misto

Pilar	Tema	Iniciativa
1. Eficiência Sistêmica	1.2. Políticas Públicas	1.2.2. Plano Diretor

A Lei de Uso e Ocupação do Solo (Lei nº 16.402/16) aborda o desenvolvimento econômico de bairros periféricos predominantemente residenciais, com incentivo ao uso misto, e qualificação da inserção urbana dos grandes lotes, com fachada ativa, fruição pública e alargamento de calçada. Equidade Social e Territorial compreende a garantia da justiça social a partir da redução das vulnerabilidades urbanas e das desigualdades sociais entre grupos populacionais e entre os distritos e bairros do Município de São Paulo.

As Zonas Mistas da Lei de Uso e Ocupação do Solo, têm como objetivo promover usos residenciais e não residenciais, com predominância do uso residencial, com densidades construtiva e demográfica as baixas e médias. A principal característica da zona mista é viabilizar a diversificação de usos, sendo uma zona em que se pretende mais a preservação da morfologia urbana existente e acomodação de novos usos, do que a intensa transformação. A Zona Mista é dividida em 4 fases:

I – Zona Mista (ZM): porções do território localizadas na Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana;

II – Zona Mista Ambiental (ZMa): porções do território localizadas na Macrozona de Proteção e Recuperação Ambiental, com parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo compatíveis com as diretrizes da referida macrozona;

III – Zona Mista de Interesse Social (ZMIS): porções do território caracterizadas predominantemente pela existência de assentamentos habitacionais populares regularizados, conjugados ou não com usos não residenciais, destinadas à produção de habitação de interesse social e a usos não residenciais;

IV – Zona Mista de Interesse Social Ambiental (ZMISa): porções do território caracterizadas predominantemente pela existência de assentamentos habitacionais populares regularizados, conjugados ou não com usos não residenciais, localizadas na Macrozona de Proteção e Recuperação Ambiental, destinadas à produção de habitação de interesse social.

As macro áreas mais populosas são, em ordem decrescente, as de Redução da Vulnerabilidade Urbana - MRVU, de Qualificação da Urbanização - MQU e de Estruturação Metropolitana - MEM, cada uma com população variando entre 19% e 24% do total do município.

No Diagnóstico de Aplicação do Plano Diretor Estratégico 2014 - 2021, a Macroárea de Urbanização Consolidada - MQU, representa aproximadamente 46% da área construída de uso misto licenciada no município de 2017 a 2021, enquanto a Macroárea de Qualificação da Urbanização - MQU aproximadamente 17%.

Portanto, atribui-se o valor **0,75** para o desempenho do atributo “Incentivos para edificações de uso de misto” uma vez que a Lei nº 16.402/16 aborda ações ou diretrizes para incentivar a proximidade de equipamentos públicos em locais de alta vulnerabilidade ainda de forma parcial, contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.1.14 Acessibilidade a Equipamentos Públicos:

Pilar	Tema	Iniciativa
1. Eficiência Sistêmica	1.2. Políticas Públicas	1.2.3. Lei de Uso e Ocupação do Solo

A Lei de Uso e Ocupação do Solo (Lei nº 16.402/16) aborda o desenvolvimento econômico de bairros periféricos predominantemente residenciais, com incentivo a facilitação da instalação de escolas, creches, hospitais e demais equipamentos de saúde, de modo a contribuir com a melhoria da oferta dos serviços públicos de saúde, educação e assistência social em regiões com carências desses serviços. Para tanto, foram previstas maiores possibilidades de permissão desses usos nas zonas e também nas áreas públicas. No caso das áreas verdes públicas, a possibilidade de implantação desses usos também foi ordenada, estando condicionada à compensação ambiental.

Para a instalação de equipamentos públicos sociais (como escolas, creches e UPA's) e mediante comprovação da necessidade de instalação conforme carência dos serviços públicos na região e mediante contrapartida ambiental atendida, por compensação em outra área, pela qualificação ambiental com aumento da permeabilidade ou por compensação financeira a ser destinada ao Fundo Municipal de Parques.

No Diagnóstico de Aplicação do Plano Diretor Estratégico 2014 – 2021 a instalação de equipamentos públicos sociais foi aplicado em 33 empreendimentos. O instrumento está regulamentado e sendo aplicado, porém, ao longo do período em questão será necessária uma análise mais detalhada, e uma possível concorrência entre os instrumentos para revisar e ampliar o número de empreendimentos.

Portanto, atribui-se o valor **0,25** para o desempenho do atributo “Incentivos para edificações de uso de misto” uma vez que a Lei nº 16.402/16 aborda ações ou diretrizes para incentivar a proximidade de equipamentos públicos em locais de alta vulnerabilidade, entretanto está fase de inicial de desenvolvimento, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.1.15 Qualificação do Espaço com Foco no Transporte Público:

Pilar	Tema	Iniciativa
1. Eficiência Sistêmica	1.2. Políticas Públicas	1.2.3. Lei de Uso e Ocupação do Solo

A Lei de Uso e Ocupação do Solo (Lei nº 16.402/16) orienta o crescimento da cidade nas proximidades do transporte público, para faixas exclusivas de ônibus, para a utilização e

ocupação do espaço urbano, com o objetivo maior de garantir o desenvolvimento da cidade de forma equilibrada e sustentável. A demarcação dos eixos de estruturação da transformação urbana do Plano Diretor como Zona Eixo de Estruturação e Transformação Urbana (ZEU), que são porções do território em que pretende promover usos residenciais e não residenciais com densidades demográfica e construtiva altas e promover a qualificação paisagística e dos espaços públicos de modo articulado ao sistema de transporte público coletivo e faixas exclusivas.

A ZEU é dividida em 4 eixos, compreendendo: 1) ZEU: Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana, que são zonas inseridas na Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana, com parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo compatíveis com as diretrizes da referida macrozona; 2) ZEUa: Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana Ambiental, que são zonas inseridas na Macrozona de Proteção e Recuperação Ambiental, com parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo compatíveis com as diretrizes da referida macrozona; 3) ZEUP: Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana Previsto, que são zonas inseridas na Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana, com parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo compatíveis com as diretrizes da referida macrozona e com a perspectiva de ampliação da infraestrutura de transporte público coletivo; 4) ZEUPa: Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana Previsto Ambiental, que são zonas inseridas na Macrozona de Proteção e Recuperação Ambiental, com parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo compatíveis com as diretrizes da referida macrozona e com a perspectiva de ampliação da infraestrutura de transporte público coletivo.

No Diagnóstico de Aplicação do Plano Diretor Estratégico 2014 – 2021, e neste período, dos 33,40 km² de Eixos previstos, foram ativados 5,66 km², ou 16,95% do total.

No diagnóstico cita sobre a importância de a Prefeitura elaborar e implementar, de forma prioritária, os projetos de corredores de ônibus (previstos no PDE e no PlanMob), de modo a viabilizar também a ativação de novos Eixos de Estruturação da Transformação Urbana, e assim, contribuir para o processo de estruturação e consolidação de novas centralidades urbanas, reduzir a necessidade de deslocamentos, aproximando e equilibrando a distribuição de emprego e moradia.

Portanto, atribui-se o valor **0,25** para o desempenho do atributo “Qualificação do espaço com foco no transporte público” uma vez que o Plano Diretor aborda as diretrizes, porém ainda está em fase de inicial de desenvolvimento, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.2 Desempenho das Iniciativas de Eficiência das Viagens

A Eficiência das Viagens tem como objetivo “mudar” o transporte para modos mais eficientes e de baixo carbono. Nesse sentido, esse pilar traz iniciativas que possam trazer melhorias para uma mobilidade urbana sustentável.

5.2.2.1 Projetos para a caminhabilidade

Pilar	Tema	Iniciativa
2. Eficiência das Viagens	2.1. Transporte Ativo e micromobilidade	2.1.1. Infraestrutura

No Programa de Metas 2021-2024 é apresentado a Meta 39, que tem como objetivo estimular a mobilidade ativa de maneira segura para a população, com prioridade para deslocamentos a pé e de bicicleta. A meta é implantar 9 projetos de redesenho urbano para pedestres, com vistas à melhoria da caminhabilidade e segurança, em especial, das pessoas com deficiência, idosos e crianças.

Estão previstos três tipos de projetos de redesenho urbano para pedestres:

- As Rotas Escolares: Tem o foco na proteção de crianças, por meio de ações de moderação de tráfego, instalação de travessias para pedestres e adequações em calçadas que melhorem a experiência das crianças e cuidadores no trajeto casa-escola;
- As Ruas Completas: São projetos urbanísticos completos, com o objetivo de democratizar o uso do espaço urbano por todos os modos de transporte ativos e coletivos (em especial a pé, por bicicleta e por transporte público) e respeitando as vocações de cada região objeto das intervenções;
- As Rotas Acessíveis: Requalificações de calçadas, instalação de pisos táteis, adequações de acessibilidade nas travessias, instalação de botoeiras sonoras nos semáforos, entre outras intervenções que facilitem o acesso por pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.

No Relatório de Execução Anual de 2021 e no Relatório do 1º semestre de 2022, consolidam-se os resultados e entregas das metas. Ao longo de 2021, foram elaborados os projetos básicos e funcionais da meta. Em 2022 foram implantadas 2.447 novas faixas de pedestres. Foram definidos 89 pontos críticos de obras de intervenção no viário, dos quais 56 deverão ser tratados pela Companhia de Engenharia de Tráfego em conjunto com implantações

ciclovias e 33 pela SPTrans, e foram definidas as 16 vias para implementar programa de renovação de semáforos.

Portanto, atribui-se o valor **0,50** para o desempenho do atributo “Projetos para a caminhabilidade” uma vez que o município já iniciou a implementação da meta, mas de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.2.2 Projetos cicloviários

Pilar	Tema	Iniciativa
2. Eficiência das Viagens	2.1. Transporte Ativo e micromobilidade	2.1.1. Infraestrutura

No Programa de Metas 2021-2024 é apresentado a Meta 41, que tem como objetivo estimular a mobilidade ativa de maneira segura para a população, com prioridade para deslocamentos a pé e de bicicleta. A meta é implantar 300 quilômetros de estruturas cicloviárias. A expansão da malha cicloviária ocorrerá principalmente pela implantação de ciclovias e ciclofaixas, No entanto, a alternativa das ciclorrotas também será considerada, especialmente em locais incompatíveis com os outros tipos de estrutura, de modo a possibilitar maior acesso, conectividade e facilidade de uso da rede.

No Relatório de Execução Anual de 2021 e no Relatório do 1º semestre de 2022, consolidam-se os resultados e entregas das metas. Em 2021 foram entregues 36,73 quilômetros de estruturas cicloviárias, dentre ciclovias, ciclofaixas e ciclorrotas. Com essas entregas, São Paulo encerrou o ano de 2021 com uma rede cicloviária total de 699,2 quilômetros. Conforme dados do Relatório, a maior da América do Sul. Para os próximos anos, a expansão das estruturas cicloviárias prosseguirá e tem a previsão de finalizar até 2024.

Portanto, atribui-se o valor **0,75** para o desempenho do atributo “Projetos cicloviários” uma vez que o município já iniciou a implementação da meta, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.2.3 Projetos para a micromobilidade

Pilar	Tema	Iniciativa
2. Eficiência das Viagens	2.1. Transporte Ativo e micromobilidade	2.1.1. Infraestrutura

O Decreto Nº 58.907, de 09 de agosto de 2019, regulamenta o serviço de compartilhamento de patinetes elétricas acionadas por meio de plataformas digitais, nas vias do Município de São Paulo.

Conforme resoluções nº 315 e 465 do Conselho Nacional de Trânsito, o patinete elétrico refere-se a um equipamento de mobilidade individual, destinado ao transporte de uma pessoa, que atenda as seguintes características estabelecidas:

- Velocidade máxima de 20km/h (vinte quilômetros por hora) em ciclovias e ciclofaixas;
- Uso de indicador de velocidade, campainha e sinalização noturna, dianteira, traseira e lateral, incorporados ao equipamento;
- Dimensões de largura e comprimento iguais ou inferiores às de uma cadeira de rodas, especificadas pela Norma Brasileira NBR 9050/2004.

O serviço de compartilhamento por plataforma digital de patinetes elétricas será prestado apenas por pessoa jurídica previamente credenciada perante a Prefeitura de São Paulo como Operadora de Tecnologia de Micromobilidade - OTM.

Conforme relatório de micromobilidade do Brasil, realizado pelo Laboratório de Mobilidade Sustentável -LABMOB, no final de 2020, 500 bicicletas elétricas (e-bikes) chegaram a São Paulo (SP) através de um plano exclusivo para delivery ciclistas. A previsão é que até em 2030 aumente para 20% a frota.

Portanto, atribui-se o valor **0,50** para o desempenho do atributo “Projetos para a micromobilidade”, uma vez que o município já implementou programas destinados à micromobilidade, porém ainda está em fase de complementação ou finalização, contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.2.4 Campanhas Educativas

Pilar	Tema	Iniciativa
2. Eficiência das Viagens	2.1. Transporte Ativo e micromobilidade	2.1.2. Educação

As campanhas de educação em São Paulo são permanentes e promovidas pelo Centro de Treinamento e Educação de Trânsito da Companhia de Engenharia de Tráfego – CET, que disponibiliza à população conteúdos educativos destinados a todos os usuários da via pública. As campanhas são: Dica de Segurança - Faixa de Pedestre; Cartilha do Ciclista; A visão da criança no trânsito; (Re)pensando a mobilidade, entre outras campanhas. São manuais ilustrativos e disponibilizados no site da CET.

Em 2021, São Paulo promoveu a Campanha “Campanha Nacional Mobilidade Sustentável nas Eleições”. A campanha tem como objetivo incorporar os princípios e os principais componentes da mobilidade sustentável (mobilidade a pé e por bicicleta, transporte público coletivo e acessibilidade universal) nos programas de governo e de mandato das candidaturas aos poderes executivo e legislativo federais e estaduais.

São Paulo também tem um canal virtual “Nossa São Paulo”, referente às campanhas com diversos temas, entre as principais têm:

- **Clima e Mobilidade:** O projeto busca fortalecer campanhas referentes ao tema de mobilidade e o clima na cidade de São Paulo para conectar o trabalho de produção de indicadores às metas e diretrizes municipais via os diversos planos vigentes na cidade.
- **Dia Mundial sem Carro:** São campanhas e atividades de como tema “vagas vivas” (ocupação pelas pessoas das vagas de automóveis), e apoio à implementação das ciclovias e aos estudos sobre poluição do ar.
- **Debates sobre mobilidade e transporte:** Com o objetivo de construir uma agenda para a cidade, os debates tem referência de envolver a sociedade civil e poder público, em seminários que abordaram desafios da mobilidade em São Paulo, a avaliação dos indicadores técnicos, a relação entre transporte e saúde e as propostas (vinculadas aos orçamentos municipal e estadual) para um Plano Municipal de Mobilidade e Transporte Sustentáveis

Em 2020 a Prefeitura de São Paulo, por meio da Secretaria Municipal de Mobilidade e Trânsito e da Secretaria Municipal de Inovação e Tecnologia, enviou mensagens de texto educativas sobre trânsito aos números de celulares dos motoristas da Capital.

Já no Programa de Metas 2021-2024 é apresentado a Meta 68, que tem como objetivo promover campanhas de comunicação, participação em eventos internacionais e realização de eventos internacionais na cidade de São Paulo sobre sustentabilidade. A meta é realizar 150 ações de projeção internacional que posicionem São Paulo como cidade global e sustentável e que possibilitem acordos de cooperação internacional.

No Relatório de Execução Anual de 2021 e no Relatório do 1º semestre de 2022, consolidam-se os resultados e entregas das metas. Em julho de 2022, ocorreu o evento dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) - 1ª Virada ODS. O evento tem como meta ensinar mais sobre a Agenda 2030 e se engajar em seis diferentes eixos temáticos: comunicação, inovação e tecnologia, desenvolvimento econômico, justiça, educação e cultura.

Portanto, atribui-se o valor **0,75** para o desempenho do atributo “Campanhas Educativas”, uma vez que o município possui diversos programas e campanhas educativas, mas ainda está em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.2.5 Descarbonização do Transporte

Pilar	Tema	Iniciativa
2. Eficiência das Viagens	2.1. Transporte Ativo e micromobilidade	2.1.2. Educação

A Lei nº 13.798, de 09 de novembro de 2009, refere-se à Política Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC, que tem por objetivo geral estabelecer o compromisso de São Paulo frente ao desafio das mudanças climáticas globais, estabelecendo as condições para as adaptações necessárias aos impactos derivados das mudanças climáticas.

No âmbito da PEMC, existem diversas metas ambientais e de sustentabilidade como, por exemplo, metas de redução de emissões de gases de efeito estufa, pelo Estado de São Paulo, a seguir:

- A adesão pelo Estado de São Paulo às campanhas globais através do Decreto nº 65881, de 20 de julho de 2021, que dispõe às campanhas "Race to Zero" e "Race to Resilience", no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, visando à redução de emissões de gases de efeito estufa e à resiliência climática.
- O Plano de Ação Climática – Net Zero 2050, que busca a implementação de estratégias e medidas para equilibrar desenvolvimento econômico e preservação ambiental, que deverá contemplar metas intermediárias para os anos de 2030 e 2040 e a neutralização de emissões líquidas até 2050. Na Fase I do Plano Net Zero 2050 são 12 ações prioritárias selecionadas para atingir a neutralidade de emissões em até de 2019 a 2021. Já na Fase II, refere-se à elaboração de uma ferramenta calculadora que permite avaliar o alcance de ações de descarbonização.

No Setor de Transportes, foi elaborado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB o Plano de Controle de Poluição Veicular no Estado de São Paulo – PCPV, é instrumento para gestão da qualidade do ar e indica ações para o controle da emissão de poluentes e a redução do consumo de combustíveis por veículos, em especial nas áreas comprometidas pela emissão de poluentes atmosféricos.

Portanto, atribui-se o valor **0,25** para o desempenho do atributo “Descarbonização do Transporte” uma vez que existem projetos e programas que incentivam a descarbonização no transporte no município, porém ainda está em fase de inicial de desenvolvimento, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.2.6 Compartilhamento de bicicletas e outros

Pilar	Tema	Iniciativa
2. Eficiência das Viagens	2.2. Sistema Integrado de Transporte	2.2.1. Mobilidade Compartilhada

O Decreto Nº 57.889, de 21 setembro de 2017, dispõe sobre o compartilhamento de bicicletas em vias e logradouros públicos do Município de São Paulo. O serviço de compartilhamento de bicicletas, com ou sem estações, por meio de aluguel de bicicletas, por prazo determinado, disponibilizado nas vias e logradouros públicos, somente poderá ser prestado por operadora devidamente cadastrada perante a Administração como Operadora de Tecnologia de Transporte Credenciada - OTTC.

Em 2010 foi lançado o Bike Sampa, desenvolvido pela Prefeitura Municipal de São Paulo. O projeto patrocinado pelo Itaú e operado pela Tembici integra o novo modelo do sistema de compartilhamento de bicicletas na cidade de São Paulo, desenvolvido pela Prefeitura e lançado em setembro de 2017. Nas estações de retirada e entrega de bikes dentro de terminais de ônibus, os ciclistas poderão ficar com a bicicleta por até 12 horas consecutivas, contadas a partir do momento da retirada da bike. Desta forma, o ciclista pode levar a bicicleta para sua residência e devolvê-la no dia seguinte. Nas demais estações do Bike Sampa na cidade, os usuários podem fazer viagens ilimitadas de até 60 minutos, com intervalos de 15 minutos entre elas. Em 2022 a Prefeitura Municipal de São Paulo lançou o programa “e-bike”, que são bicicletas elétricas a serem distribuídas pelos pontos de aluguel de bikes pela cidade. Conforme dado da Prefeitura Municipal de São Paulo, o município já tem 450 pontos de aluguéis.

A integração entre os modos de transporte está prevista no Programa de Metas 2021 - 2024, que tem o objetivo de estimular a mobilidade ativa de maneira segura para a população, com prioridade para deslocamentos a pé e de bicicleta. O transporte de bicicletas nos ônibus é permitido das 10h01 às 15h59 e das 19h01 às 5h59, em dias úteis, a partir das 14h, aos sábados, e durante todo o dia em domingos e feriados, de acordo com a Portaria 032/16, de 7 de maio de 2016. No ano de criação da lei havia 830 veículos deste modelo em operação.

Portanto, atribui-se o valor **0,75** para o desempenho do atributo “Compartilhamento de bicicletas e outros”, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.2.7 Compartilhamento de Viagens

Pilar	Tema	Iniciativa
2. Eficiência das Viagens	2.2. Sistema Integrado de Transporte	2.2.1. Mobilidade Compartilhada

O Decreto nº 56.981, de 10 de maio de 2016, dispõe sobre serviço de carona solidária e o compartilhamento de veículos sem condutor. Este decreto regulamenta os artigos 12 e 18, I, da Lei Federal nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012, disciplinando o uso intensivo do viário urbano no Município de São Paulo para exploração de atividade econômica privada de transporte individual remunerado de passageiros de utilidade pública e regula o serviço de carona solidária e de compartilhamento de veículo sem condutor no Município.

Os requisitos para as empresas privadas credenciadas ficam obrigadas a abrir e compartilhar seus dados com a Prefeitura, nos termos do artigo 35 deste decreto, contendo, no mínimo: Origem e destino da viagem; Tempo de duração e distância do trajeto; Tempo de espera para a chegada do veículo à origem da viagem; Mapa do trajeto; Itens do preço pago; Avaliação do serviço prestado. Atualmente, São Paulo conta 4 principais aplicativos de compartilhamento de viagens:

- BlaBlaCar: Além da possibilidade de carona, o aplicativo filtra, também, viagens de ônibus nos mesmos horários e trajetos. Dessa forma, usuários conseguem escolher qual a melhor opção de transporte;
- Waze Carpool: É voltado para caronas em trajetos rotineiros, como a ida ao trabalho ou à universidade. Basta cadastrar o endereço de casa e o destino mais comum. Em seguida, a plataforma buscará por motoristas que ofereceram caronas próximas a esse trajeto.
- Bynd: É direcionado à caronas corporativas. É necessário cadastrar uma empresa, universidade ou outra instituição, e o aplicativo agrupará colaboradores que dividem trajetos similares considerando local, horário e frequência de trajetos.

- InDriver: É um app de mobilidade que envolve viagens locais e interurbanas. Nele, o passageiro pode estipular o valor que deseja pagar antes de fazer o pedido.

Portanto, atribui-se o valor **1,00** para o desempenho do atributo “Compartilhamento de Viagens” uma vez que o município já possuem programas/projetos no município que incentivam o uso de aplicativos de compartilhamento de viagens.

5.2.2.8 Integração dos modos de transportes

Pilar	Tema	Iniciativa
2. Eficiência das Viagens	2.2. Sistema Integrado de Transporte	2.2.1. Integração dos modos de transportes

A integração dos modos de transportes em São Paulo já está implementada no município. O sistema de transporte público da cidade de São Paulo é constituído por ônibus, Metrô, e também bicicletas. Atualmente, são em torno de 150 estações do Bike Sampa que estão integradas ao Bilhete Único. São realizados, em média, por dia útil, cerca de 9,8 milhões de embarques nos ônibus municipais de São Paulo. Com base neste número, estima-se que cada usuário utilize 2,5 ônibus por dia. A integração entre ônibus e trilhos (Metrô e CPTM) é realizada em 1,3 milhão de passageiros.

Em São Paulo possui o serviço, chamado de “Uber Transit”, que disponibiliza informações sobre linhas de metrô, trens e ônibus direto no aplicativo da Uber. Assim, permite que o usuário compare as opções de modais e planeje viagens completas ou parciais mesclando ou não o transporte privado com o transporte público. No Programa de Metas 2021-2024 é apresentado a Meta 74, que tem como objetivo modernizar o acesso da população aos serviços públicos municipais. A meta é implantar o Portal Único de Licenciamento da cidade de São Paulo. Unificar a porta de entrada (balcão único) da interação entre a Administração Pública Municipal com empreendedores e técnicos, contemplados por atividades de licenciamento de obras, licenciamento ambiental e licença de funcionamento. No Relatório de Execução Anual de 2021 e no Relatório do 1º semestre de 2022, consolidam-se os resultados e entregas das metas. Em 2021, a arrecadação de recursos com a Dívida Ativa atingiu R\$ 3,8 bilhões, o que representa 42% da meta.

Portanto, atribui-se o valor **0,50** para o desempenho do atributo “Integração dos modos de transportes” uma vez que o município já possui programas a utilizar integração dos modos

de transportes, porém de forma parcial, contribuindo pouco e comprometendo parcialmente a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.2.9 Transporte Hidroviário

Pilar	Tema	Iniciativa
2. Eficiência das Viagens	2.3. Transporte Hidroviário	2.3.1 Incentivo ao Sistema de Transporte Público Hidroviários

No Programa de Metas 2021-2024 é apresentado a Meta 42, que tem como objetivo investir no Sistema de Transporte Público Hidroviário. A meta é implantar o Aquático - Sistema de Transporte Público Hidroviário, na represa Billings. O Aquático será um sistema de transporte público por embarcações na represa Billings, integrado ao Bilhete Único. Será o primeiro sistema de transporte público municipal hidroviário do município, com integração ao sistema de transporte por ônibus e atendimento a regiões no entorno da represa Billings, entre a Pedreira, na Cidade Ademar, e o Parque Residencial Cocaia, no Grajaú. A implantação desse sistema envolve a construção de locais de embarque e desembarque das embarcações, integrados a terminais urbanos de ônibus e também a construção de novo viário de acesso a esses locais, possibilitando assim a conexão do sistema hidroviário à rede de corredores de ônibus da cidade.

No Relatório de Execução Anual de 2021 e no Relatório do 1º semestre de 2022, consolidam-se os resultados e entregas das metas. Ao longo de 2021, foram elaborados os projetos preliminares dos locais de embarque e desembarque e do viário de acesso. Esses projetos têm por objetivo definir questões referentes à localização de cada atracadouro e terminal de ônibus e os trajetos das novas vias que precisarão ser construídas no entorno. Também foram realizados estudos técnicos para subsidiar a revisão da nova rede de ônibus na região, que promoverá a integração com o sistema hidroviário. Em 06 de janeiro de 2023, a Prefeitura de São Paulo promoveu uma licitação para "Prestação de Serviços de Implantação do Aquático SP (Transporte Público Hidroviário), referente ao Edital nº 001/2023 "Prestação de Serviços Especializados para a Execução de Levantamentos Batimétricos Multifeixes em áreas da Represa Billings, visando à implantação do Aquático SP. A prefeitura de São Paulo promete entregar o Aquático na Billings, (Pedreira, cidade Ademar até Parque Residencial Cocaia, cidade Grajaú), até 2024.

Portanto, atribui-se o valor **0,25** para o desempenho do atributo "Transporte Hidroviário" uma vez que o município já iniciou a implementação da meta, mas de forma

parcial, estando em fase de inicial de desenvolvimento, contribuindo muito pouco para a Eficiência Energética da Mobilidade

5.2.3 *Desempenho das Iniciativas de Eficiência Veicular*

A Eficiência Veicular tem como objetivo “melhorar” o desempenho do veículo e buscar novas tecnologias ou combustíveis renováveis. Nesse sentido, esse pilar traz iniciativas que possam avaliar o uso de energia limpa.

5.2.3.1 Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV)

Pilar	Tema	Iniciativa
3. Eficiência Veicular	3.1. Sistema de acionamento de Veículos	3.1.1 Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)

O Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular - PBEV, inserido no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE e coordenado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO tem por objetivo medir, padronizar registrar o nível de eficiência energética de veículos automotores leves comercializados no país. É aplicado ao transporte individual de passageiros, incentivando a promoção de hábitos eficientes de consumo, por meio da promoção de um maior nível de informação ao consumidor, auxiliando-o em uma decisão de compra mais consciente. Estimula ainda a produção e importação de veículos mais eficientes e econômicos.

A Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores - ANFAVEA é a entidade que reúne as empresas fabricantes de automóveis, e dentre os o programas automotivos, a ANFAVEA comenta sobre a importância de as montadoras incluir o Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV). O INMETRO disponibiliza anualmente a Tabela de Eficiência Energética Veículos Automotores Leves dos modelos para a classificação PBEV. Em 2022 foram avaliadas 34 Marcas e 785 modelos de veículos sobre a sua eficiência energética, entretanto, as informações da Tabela PBEV informa dados técnicos da marca/modelo do veículo, não é informado em qual estado estão localizados as montadoras.

Atualmente, São Paulo possui inúmeras empresas automotivas, distribuídas por diversas regiões do estado, que correspondem aproximadamente 40% dos veículos produzidos no país, entretanto ainda não existem medidas de incentivos de apoio financeiro do município para que as montadoras possam adotar medidas do PBEV a fim de que os veículos sejam divulgados ao consumidor quanto ao seu consumo de emissões no escapamento, ou consumo

de quilometragem por litro, e a classificação final do PBE, se é “A” (mais eficiente) ou se é “E” (menos eficiente).

Portanto, atribui-se o valor **0,00** para o desempenho do atributo “Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV)” uma vez não existem medidas de apoio financeiro do município para que as montadoras ou fabricantes adotem a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.3.2 Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) de pneus

Pilar	Tema	Iniciativa
3. Eficiência Veicular	3.1. Sistema de acionamento de Veículos	3.1.1 Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)

O Programa Brasileiro de Etiquetagem de Pneus, coordenado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO oferece ao consumidor uma visão geral da qualidade do pneu e do desempenho ambiental. Os consumidores podem comparar os pneus em três critérios padronizados e ver quais pneus oferecem menor resistência ao rolamento, que têm melhor aderência em piso molhado e que oferecem níveis mais baixos de saída de ruído.

A Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos – ANIP, comenta que desde 2015, a indústria passou a disponibilizar pneus com a etiqueta, adequando-se à nova regulamentação. Já os pontos de venda tiveram um período de três anos para vender o estoque sem esses requisitos, bem como as unidades que já possuíam a etiqueta. E a partir de 2018, todos os pneus novos radiais de passeio, comerciais leves, caminhões e ônibus produzidos no Brasil e importados devem ser vendidos ao consumidor final com etiqueta do INMETRO, entretanto ainda não existem medidas de incentivos de apoio financeiro do município para que as fábricas de pneus possam adotar medidas do PBE de pneus a fim de que sejam divulgados ao consumidor quanto ao consumo de energia absorvida quando o pneu está rodando, e quanto ao consumo sobre a aderência do pneu em pistas molhadas., e a classificação final do PBE, se são “A” (mais eficiente) ou se é “E” (menos eficiente).

Portanto, atribui-se o valor **0,00** para o desempenho do atributo “Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV)” uma vez não existem medidas de apoio financeiro do município para que as montadoras ou fabricantes adotem a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.3.3 Ônibus Elétricos a Bateria

Pilar	Tema	Iniciativa
3. Eficiência Veicular	3.1. Sistema de acionamento de Veículos	3.1.2 Eletromobilidade

Conforme Lei Municipal de São Paulo nº 16.802, de 17 de janeiro de 2018, dispõe sobre o uso de fontes motrizes de energia menos poluentes e menos geradoras de gases do efeito estufa na frota de transporte coletivo urbano do Município de São Paulo. A Lei estipula um cronograma de redução de poluentes pelos ônibus de São Paulo. A legislação define que em 10 anos as reduções de CO₂ (gás carbônico) devem ser de 50% e em 20 anos, de 100%.

No Programa de Metas 2021-2024 é apresentado a Meta 50, que tem garantir que 100% dos ônibus estejam equipados com acesso à internet sem fio e tomadas usb para recarga de dispositivos móveis e que ao menos 20% da frota seja composta por ônibus elétricos. No Relatório de Execução Anual de 2021 e no Relatório do 1º semestre de 2022, consolidam-se os resultados e entregas das metas. Ao longo de 2021, em torno de 18 ônibus elétricos a bateria já operavam em São Paulo. A estimativa é que até o ano de 2024 20% da frota deverá ser composta por ônibus baseados em matriz energética elétrica, e até o ano de 2028 a estimativa seja 50%.

Portanto, atribui-se o valor **0,75** para o desempenho do atributo “Ônibus elétricos a bateria”, uma vez que o município já iniciou a implementação da projetos para introdução de ônibus elétrico a bateria, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.3.4 Ônibus Elétrico Movido a Energia Solar

Pilar	Tema	Iniciativa
3. Eficiência Veicular	3.1. Sistema de acionamento de Veículos	3.1.2 Eletromobilidade

O ônibus elétrico movido a energia solar para fim comercial começou a ser desenvolvido no Brasil em 2020, pela companhia de energia EDP, em parceria com a BYD e a Universidade Estadual Paulista – UNESP. O percurso com cerca de 70 km faz com que o veículo consuma a energia armazenada em um banco de baterias. A recarga das baterias é feita no estacionamento da empresa utilizando placas solares. Para isso, foram instaladas 183 placas solares na usina, garantindo independência em relação à energia da geração da UTE e do sistema de distribuição. As placas carregam as baterias do ônibus nos intervalos entre as viagens. A EDP comenta que ônibus elétrico solar é uma inovação que mostra o potencial dessa solução sustentável para o transporte urbano e rodoviário de massa, mas ainda não existem

projetos voltados à implementação de ônibus elétrico movido a energia solar para o município de São Paulo.

Portanto, atribui-se o valor **0,00** para o desempenho do atributo “ônibus elétrico movido a energia solar” uma vez não existem projetos voltados a implementação de Ônibus elétricos movidos a energia solar, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.3.5 Carros Elétricos a Bateria

Pilar	Tema	Iniciativa
3. Eficiência Veicular	3.1. Sistema de acionamento de Veículos	3.1.2 Eletromobilidade

A Lei nº 15.997, de 27 de maio de 2014, estabelece a política municipal de incentivo ao uso de carros elétricos ou movidos a hidrogênio. O Município de São Paulo incentivará a utilização de veículos automotores movidos à base de energia elétrica ou a hidrogênio. O incentivo ao uso dos veículos elétricos, híbridos, ou movidos a hidrogênio, consistirá na geração, em favor do proprietário ou arrendatário mercantil, de crédito correspondente à quota-parte do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores - IPVA, transferida ao município em função da tributação incidente sobre o respectivo veículo, e poderá ser usufruído por meio de:

- Transferência em dinheiro para conta corrente registrada em nome do proprietário do veículo ou do arrendatário mercantil;
- pagamento de IPTU incidente sobre imóvel de propriedade do proprietário do veículo ou do arrendatário mercantil, na forma do regulamento.

Vale ressaltar que, o beneficiário do crédito deverá ser o proprietário ou arrendatário mercantil do veículo à época do lançamento do IPVA que gerou o crédito, e também, fica restrito aos 5 (cinco) primeiros anos da tributação incidente do veículo. E, para incentivar ainda mais a compra de veículos elétricos, o Governo do Estado de São Paulo anunciou redução da alíquota do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS, que valerá a partir de 1º de janeiro de 2022. A alíquota do ICMS para ônibus, veículos elétricos e híbridos de 18% vai para 14,5%; e para caminhões elétricos, de 18% vai para 12%.

Portanto, atribui-se o valor **1,00** para o desempenho do atributo “carros elétricos a bateria”, uma vez que o município já possui medidas de apoio financeiro ao consumidor na compra de veículos elétricos a bateria, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade.

5.2.3.6 Carros Híbridos e Híbridos Plug-in

Pilar	Tema	Iniciativa
3. Eficiência Veicular	3.1. Sistema de acionamento de Veículos	3.1.2 Eletromobilidade

Conforme citado na seção 5.2.3.5, a Lei nº 15.997, de 27 de maio de 2014, refere-se a incentivos ao uso dos veículos elétricos, híbridos, ou movidos a hidrogênio, consistirá na geração, em favor do proprietário ou arrendatário mercantil, de crédito correspondente à quota-parte do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA. Como também na alíquota do ICMS para ônibus, veículos elétricos e híbridos de 18% vai para 14,5%; e para caminhões elétricos, de 18% vai para 12%.

Portanto, atribui-se o valor **1,00** para o desempenho do atributo “carros híbridos e híbridos plug-in”, uma vez que o município já possui medidas de apoio financeiro ao consumidor na compra de veículos elétricos híbridos e híbridos plug-in, e contribui efetivamente para a eficiência energética da mobilidade.

5.2.3.7 Postos de Recargas para Automóveis

Pilar	Tema	Iniciativa
3. Eficiência Veicular	3.1. Sistema de acionamento de Veículos	3.1.2 Eletromobilidade

Para que veículos elétricos possam ser utilizados em larga escala, naturalmente, seus usuários dependem da disponibilidade de uma rede relevante e extensa de eletropostos. Dessa forma, as montadoras que ofertam veículos elétricos acabam por também se tornarem partes interessadas na consolidação de uma malha de pontos de recarga. O Brasil dispõe, atualmente, de cerca de 1250 pontos de recarga para aproximadamente 100 mil carros elétricos em circulação, segundo dados da Associação Brasileira do Veículo Elétrico – ABVE.

Até o momento, a maioria dos postos foi instalado por concessionárias de energia ou fabricantes de automóveis, sem cobrança pelo serviço, em um processo embrionário, uma vez que não há uma demanda alta. As redes de abastecimento podem ser encontradas através de aplicativos como o Plugshare, que cataloga e direciona no mapa os eletropostos próximos do usuário. No Brasil, a bandeira Voltbras também oferece aplicativo para identificação dos pontos de recarga gerenciados pela empresa. A Lei nº 17.336 de 30 de março de 2020, dispõe sobre a obrigatoriedade da previsão de solução para carregamento de veículos elétricos em edifícios (condomínios) residenciais e comerciais, no Município de São Paulo. Em 2022 foi anunciada

pela Prefeitura Municipal de São Paulo, que uma montadora chinesa BID investirá R\$ 10 bilhões para a implantação de fábrica em Iracemápolis, para impulsionar o mercado de carros eletrificados. Ao todo, serão 100 pontos de recarga elétrica em São Paulo, com meta de todas as instalações concluírem em 2025.

Portanto, atribui-se o valor **0,75** para o desempenho do atributo “Postos de Recargas para automóveis”, uma vez que o município já possui projetos de implementações de novas instalações de recargas, estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.3.8 Veículos Autônomos

Pilar	Tema	Iniciativa
3. Eficiência Veicular	3.2. Transporte 4.0	3.2.1 Veículos autônomos

No âmbito Nacional, o Programa Rota 2030, regulado pela Lei nº 13.755/2018 foi criado pelo Governo Federal com o objetivo de elaborar uma política industrial a longo prazo para o setor automotivo. O Programa define normas para a fabricação e a comercialização de veículos nacionais, tendo em vista os próximos quinze anos de operação da indústria automotiva – divididos em três ciclos quinquenais. Com metas mensuráveis, cada ciclo do Programa conduzirá as empresas em uma trajetória de adaptação aos novos instrumentos, estímulo para a programação dos investimentos e reorientação para os próximos passos. A Segurança Veicular refere-se ao desenvolvimento de tecnologias para preservar a integridade física dos ocupantes de automóveis e aumentar a segurança e a eficiência dos veículos. Essas tecnologias devem aperfeiçoar e integrar os sistemas de segurança passiva e ativa, monitoramento, comunicação, atuação e controle presentes nos veículos atuais.

O Departamento Nacional de Trânsito - Denatran promoveu um evento em 2020 sobre veículos autônomos, com o objetivo de iniciar o debate e esclarecer dúvidas da sociedade sobre esse tipo de carro comandado por computadores, com ou sem condutor. A iniciativa visa motivar a implantação dessa tecnologia com potencial de reduzir o número de acidentes de trânsito e promover mais conforto para os motoristas. O Laboratório de Robótica Móvel, da Universidade de São Paulo (USP) desenvolve pesquisa em diversas áreas relacionadas à robótica e a sistemas de transporte inteligentes. Dentre elas destacam-se: visão computacional, aprendizado de máquina, e robôs e veículos autônomos. Atualmente, a maior parte da pesquisa realizada no laboratório está relacionada ao desenvolvimento de veículos robóticos inteligentes

para ambientes urbanos. Entretanto, ainda não existem projetos ou programas voltados à implementação de veículos autônomos para o município de São Paulo.

Portanto, atribui-se o valor **0,00** para o desempenho do atributo “veículos autônomos”, uma vez não existem projetos voltados a implementação desse atributo, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.3.9 Conectividade entre os Veículos

Pilar	Tema	Iniciativa
3. Eficiência Veicular	3.2. Transporte 4.0	3.2.1 Conectividade entre os veículos

No âmbito Nacional, o Programa Rota 2030, regulado pela Lei nº 13.755/2018 foi criado pelo Governo Federal com o objetivo de elaborar uma política industrial a longo prazo para o setor automotivo. A pauta sobre a conectividade veicular foi considerada pelo Governo Federal uma prioridade no programa Rota 2030. O Estímulo à Produção de Tecnologias Relacionadas à Conectividade Veicular busca promover a pesquisa, desenvolvimento e a inovação em conectividade veicular, contribuindo para o desenvolvimento Industrial e tecnológico do setor automotivo e sua cadeia de produção, promovendo impacto e abrangência nacional. Entretanto, ainda não existem projetos ou programas voltados à conectividade de veículos para o município de São Paulo.

Portanto, atribui-se o valor **0,00** para o desempenho do atributo “conectividade entre os veículos”, uma vez não existem projetos voltados a implementação desse atributo, comprometendo totalmente a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.3.10 Veículos com Combustíveis Renováveis

Pilar	Tema	Iniciativa
3. Eficiência Veicular	3.2. Transporte 4.0	3.2.1 Veículos com combustíveis Renováveis

O Decreto nº 59.038, de 3 de abril de 2013, institui o Programa Paulista de Biocombustíveis, com o objetivo de incentivar e ampliar a participação de combustíveis renováveis no âmbito da administração direta, das autarquias e das fundações do Estado de São Paulo. Consideram-se como biocombustíveis os insumos energéticos renováveis produzidos a partir de biomassa ou gordura animal, dentre os quais, o etanol hidratado, biodiesel, biogás, biometano e diesel obtido a partir da cana de açúcar.

Em 2022 foi lançado o Programa Pró Veículo Verde, que refere-se a uma atualização ao Pró Veículo, lançado em 2008. O programa destina a produção de veículos automotores menos poluentes, veículos híbridos, elétricos ou movidos a biocombustíveis até 2025. Por meio do Verde, as empresas do setor automotivo poderão se apropriar de créditos de ICMS e utilizá-los para financiar projetos de investimento para construção e/ou modernização de suas plantas industriais, desenvolvimento de novos produtos ou ampliação de negócios no Estado de São Paulo. Lançado em novembro de 2006, o "Projeto Ônibus Brasileiro a Hidrogênio" consistiu na aquisição, operação e manutenção de até quatro ônibus com célula a combustível a hidrogênio. O Projeto Ônibus Brasileiro a Hidrogênio, que representa o ponto de partida para o desenvolvimento de uma solução mais limpa para o transporte público urbano, foi coordenado pela Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo (EMTU/SP) e dirigido pelo Ministério das Minas e Energia (MME). Em 2022, a EMTU e a Universidade Federal de São Paulo - USP firmaram um convênio para estudos da viabilidade técnica e operacional de um ônibus movido à célula a combustível hidrogênio em São Paulo. A assinatura do contrato aconteceu em 2021 e foi publicado no Diário Oficial no início de 2022.

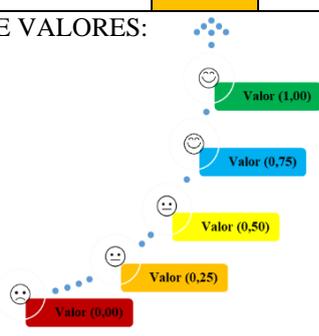
Portanto, atribui-se o **valor 0,75** para o desempenho do atributo “veículos com combustíveis Renováveis”, uma vez que o município possui políticas/projetos de incentivos ao uso de combustíveis renováveis estando em fase de complementação ou finalização contribuindo bastante para a Eficiência Energética da Mobilidade.

5.2.4 Desempenho Final dos Atributos

Análise de desempenho é uma tarefa desafiadora. Nem sempre os dados estão disponíveis, acessíveis ou estruturados na forma ideal para consolidação da coleta de dados. Além disso, há também os aspectos subjetivos a serem considerados, cujas medições são ainda mais complexas, exatamente por serem de caráter pessoal e de difícil externalização.

Por fim, a **Tabela 14** apresenta o resultado final da análise de desempenho de todos os atributos elencados nos três pilares de eficiência energética.

Tabela 14 - Desempenho de eficiência energética para a mobilidade urbana dos atributos referentes aos três pilares

EFICIÊNCIA SISTÊMICA		EFICIÊNCIA DAS VIAGENS		EFICIÊNCIA VEICULAR	
Atributo	valor	Atributo	valor	Atributo	valor
Qualidade do Ônibus tradicional	1,00	Projetos para a Micromobilidade	0,50	Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV)	0,00
Projetos Ônibus tradicional	0,75	Projetos para a caminhabilidade	0,75	Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) de pneus	0,00
Qualidade de BRT	1,00	Projetos cicloviários	0,50	Ônibus elétricos a bateria	0,75
Qualidade do Transporte Ferroviário urbano	0,50	Campanhas Educativas	0,75	Ônibus elétricos movidos a energia solar	0,00
Projetos do BRT	0,75	Descarbonização do transporte	0,25	Carros elétricos a bateria	1,00
Projetos do Transporte Ferroviário urbano	0,25	Compartilhamento de Bicicletas e outros	0,75	Carros híbridos e híbridos plug-in	1,00
Incentivos ao Home office	0,00			Postos de Recargas para automóveis	0,75
Restrições de tráfego e estacionamento	1,00	Compartilhamento de Viagens	1,00	Veículos autônomos	0,00
Existência do plano de mobilidade	1,00	Integração dos modos de transportes	0,50	Conectividade entre os veículos	0,00
Incentivo a projetos de modos ativos de transportes	0,50	Transporte Público Hidroviário	0,25	Veículos com combustíveis Renováveis	0,75
Incentivo a projetos de transportes coletivos	1,00	ESCALA DE VALORES: 			
Propostas para a mobilidade sustentável	0,75				
Incentivos para edificações de uso de misto	0,75				
Acessibilidade a equipamentos públicos	0,25				
Qualificação do espaço com foco no transporte público	0,25				

Fonte: Elaboração própria

5.3 Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana (IEEMU)

O Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana (EEMU) propõe o desenvolvimento de um Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana em que expressa as condições atuais de Eficiência Energética na mobilidade urbana na cidade objeto de estudo. O modelo foi aplicado em um município de grande porte, mas poderá ser adaptado para cidades de dimensões diferentes.

O Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana - IEEMU é um valor que incorpora o julgamento de especialistas das áreas de energia, meio ambiente e transporte nos níveis dos três pilares, dos temas e das iniciativas e também incorpora a análise de desempenho dos atributos que foram definidos a partir dos pilares de Eficiência Energética. Inicialmente foi

determinado o índice por Tema (2º Nível) através da multiplicação dos pesos das Iniciativas, dos Atributos e o seu respectivo desempenho, gerando um Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana para cada Tema ($IEEMU_T$), conforme cálculo da Equação 8.

$$IEEMU_T = \sum_{a=1}^n W_I \times W_a \times \mu_a \quad (8)$$

Em que:

- $IEEMU_T$ = Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana por Tema (2º Nível);
- W_i = Peso da Iniciativa (I) pertencente ao Tema (T), determinado pelos especialistas;
- W_a = Peso do Atributo (a) da Iniciativa (I) pertencente ao Tema (T);
- μ = Desempenho do Atributo (a) da Iniciativa (I) pertencente ao Tema (T);
- n = Número de Atributos (a) da Iniciativa (I) pertencente ao Tema (T).

Antes de determinar o Índice Final (IEEMU), foi possível ainda realizar uma análise por Pilar (1º Nível), multiplicando os pesos dos Temas, das Iniciativas, dos Atributos e o seu respectivo desempenho, gerando um Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana para cada Pilar ($IEEMU_P$), conforme a Equação 9.

$$IEEMU_P = \sum_{a=1}^n W_T \times W_i \times W_a \times \mu_a \quad (9)$$

Em que:

- $IEEMU_P$ = Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana por Pilar (1º Nível) – Eficiência Sistêmica, Eficiência das Viagens, Eficiência Veicular;
- W_T = Peso do Tema (T) pertencente ao Pilar (P), determinado pelos especialistas;
- W_i = Peso da Iniciativa (I) pertencente ao Pilar (P), determinado pelos especialistas;
- W_a = Peso do Atributo (a) pertencente ao Pilar (P);
- μ = Desempenho do Atributo (a) pertencente ao Pilar (P);
- n = Número de Atributos (a) pertencentes ao Pilar (P).

Por fim, a Equação 10 apresenta a forma como o Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana (IEEMU) final foi determinado.

$$IEEMU = \sum_{P=1}^m IEEMU_P \times W_P \quad (10)$$

Em que:

- $IEEMU$ = Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana;
- $IEEMU_P$ = Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana por Pilar (1º Nível)
- W_P = Peso do Pilar (P), com $m = 3$ (Eficiência Sistêmica, Eficiência das Viagens, Eficiência Veicular), determinado pelos especialistas.

Para aplicar o Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana (EEMU) é necessário que sejam conhecidos os seguintes dados: o caso no qual será realizado o estudo, o peso ou grau de importância dos critérios de avaliação e as informações das características e desempenho de cada atributo, para que possam ser elegíveis no município. A **Tabela 15** apresenta os valores dos pesos e de desempenho e Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana.

Tabela 15 – Planilha para o cálculo do índice de eficiência energética de mobilidade urbana

Pilar	Peso	Tema	Peso	Iniciativa	Peso	Atributos	Peso	Desempenho	IEEMU g
EFICIÊNCIA SISTÊMICA	0,39	Planejamento para o Transporte Sustentável	0,61	Incentivo ao uso do transporte coletivo	0,62	Qualidade do Ônibus tradicional	0,17	1,00	0,025
						Projetos Ônibus tradicional	0,17	0,75	0,019
						Qualidade de BRT	0,17	1,00	0,025
						Qualidade do Transporte Ferroviário urbano	0,17	0,50	0,012
						Projetos do BRT	0,17	0,75	0,019
						Projetos do Transporte Ferroviário urbano	0,17	0,25	0,006
		Estratégias para reduzir o uso de transporte individual	0,38	Incentivos ao Home office	0,50	0,00	0,000		
				Restrições de tráfego e estacionamento	0,50	1,00	0,046		
		Políticas Públicas	0,39	Plano de Mobilidade Urbana	0,43	Existência do plano de mobilidade	0,33	1,00	0,022
						Incentivo a projetos de modos ativos de transportes	0,33	0,50	0,011
						Incentivo a projetos de transportes coletivos	0,33	1,00	0,022
				Plano Diretor	0,29	Propostas para a mobilidade sustentável	0,50	0,75	0,017
	Incentivos para edificações de uso de misto					0,50	0,75	0,017	
	Lei de Uso e Ocupação do Solo			0,28	Acessibilidade a equipamentos públicos	0,50	0,25	0,005	
		Qualificação do espaço com foco no transporte público	0,50		0,25	0,005			
	EFICIÊNCIA DAS VIAGENS	0,37	Transporte Ativo e Micromobilidade	0,42	Infraestrutura	0,76	Projetos para a caminhabilidade	0,33	0,50
Projetos cicloviários							0,33	0,75	0,029
Projetos para a Micromobilidade							0,33	0,75	0,020
Educação			0,24	Campanhas Educativas	0,50	0,75	0,014		
				Descarbonização do transporte	0,50	0,25	0,005		
Sistemas Integrados de Transporte		0,41	Mobilidade Compartilhada	0,38	Compartilhamento de Bicicletas e outros	0,50	0,75	0,022	
					Compartilhamento de Viagens	0,50	1,00	0,029	
		Integração dos modos de transportes	0,62	Integração dos modos de transportes	1,00	0,50	0,047		

Pilar	Peso	Tema	Peso	Iniciativa	Peso	Atributos	Peso	Desempenho	IEEMU g
		Transporte Público Hidroviário	0,17	Transporte Público Hidroviário	1,00	Transporte Público Hidroviário	1,00	0,25	0,016
EFICIÊNCIA VEICULAR	0,24	Sistema de acionamento de Veículos	0,65	Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)	0,49	Programa Brasileiro de Etiquetagem	0,50	0,00	0,000
						Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) de pneus	0,50	0,00	0,000
				Eletificação no Transporte	0,51	Ônibus elétricos a bateria	0,20	0,75	0,012
						Ônibus elétricos movido a energia solar	0,20	0,00	0,000
						Carros elétricos a bateria	0,20	1,00	0,016
						Carros híbridos e híbridos plug-in	0,20	1,00	0,016
						Postos de Recargas para automóveis	0,20	0,75	0,012
		Transporte 4.0	0,35	Carros autônomos	0,15	1,00	0,00	0,000	
				Conectividade e entre os veículos	0,26	1,00	0,00	0,000	
				Veículos com combustíveis renováveis	0,59	1,00	0,75	0,037	
IEEMUg									0,542

Fonte: Elaboração própria

O Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana - IEEMU é um valor pode variar entre 0,00 e 1,00. A **Figura 49** apresenta o resultado final do IEEMU para o município de São Paulo/SP, que determinou em: $IEEMU_{São\ Paulo/SP} = 0,542$

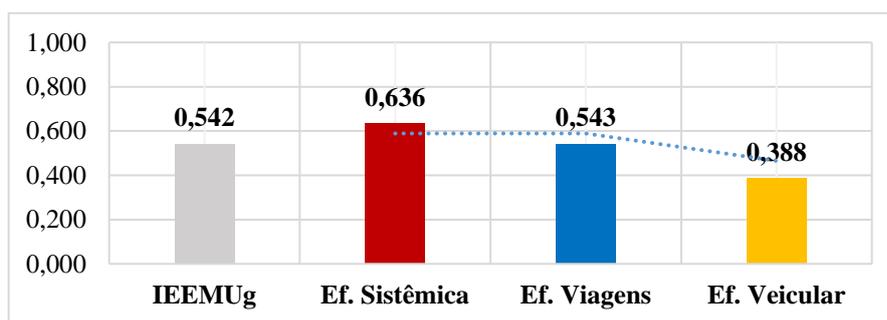


Figura 49 – Resultado final do IEEMU e os índices dos três pilares

Fonte: Elaboração própria

O IEEMU pode ser utilizado como uma ferramenta de planejamento a longo prazo. Ao ser aplicado novamente, com certa periodicidade, é possível fiscalizar a evolução dos atributos. Também é possível utilizá-lo para tomadas de decisões a fim de implementar melhorias.

6 ANÁLISE DE RESULTADOS

Conforme apresentado na seção 2.4, página 37, a revisão da literatura traz o conceito sobre a Metodologia ASI (*Avoid-Shift-Improve*), que permite incrementar a eficiência energética em transporte por meio de três pilares, que respectivamente estão associadas a Eficiência Sistêmica, a Eficiência das Viagens e a Eficiência Veicular.

Nesse sentido, esta pesquisa desenvolveu um Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana, no qual buscou temas, iniciativas e atributos relevantes para cada pilar apresentado, e por meio do desenvolvimento do Modelo de Avaliação de EEMU, foram obtidos resultados relevantes para possam atingir a eficiência energética para a mobilidade urbana.

6.1 Eficiência Sistêmica

O pilar Eficiência Sistêmica abordou o conceito de “evitar” viagens sempre que possível e seu Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana alcançado no município do São Paulo é de 63,6%. Nesse pilar foram abordados dois temas importantes, o primeiro tema tratou sobre o *Planejamento para o Transporte Sustentável*, que aborda assuntos sobre o transporte público e o segundo tema tratou sobre as *Políticas Públicas*, que aborda assuntos de Planos de mobilidade, e estratégias territoriais fundamentadas em projetos urbanísticos que visam articular componentes urbanos com os sistemas de mobilidade.

A **Figura 50** apresenta uma análise do IEEMU por Tema, que foram gerados pela soma ponderada com os pesos das iniciativas e atributos e desempenho dos atributos, conforme valores apresentados na Tabela 15. Pode-se observar que tanto o tema Planejamento para o Transporte Sustentável quanto as Políticas Públicas possuíram valores acima de 50%, indicando uma condição razoável das iniciativas para a Eficiência Sistêmica em São Paulo. Isso ocorreu pois o município possui Plano diretor e Plano de mobilidade atualizados e que levam em consideração as diretrizes da sustentabilidade. Também, o município tem trabalhado de forma a desenvolver políticas que contribuem com o uso do transporte público coletivo e estratégias para reduzir o uso de transporte individual. Barbarossa (2020) comenta que, as políticas urbanas determinam a qualidade dos espaços urbanos, a forma como nos deslocamos, como temos acesso à alimentação e aos cuidados de saúde para todos. Verifica-se que o conjunto de Políticas públicas têm sido implementadas com a função de suprir as necessidades coletivas e trabalhar de acordo com os interesses da sociedade.

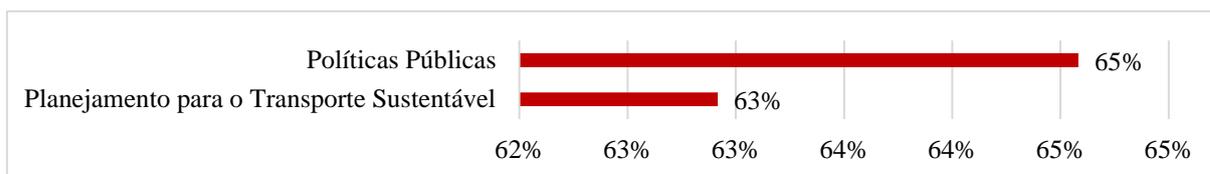


Figura 50 - - Comparativo entre os temas do pilar eficiência sistêmica
 Fonte: Elaboração própria

Os atributos elencados para os temas de Planejamento para o Transporte Sustentável e Políticas Públicas totalizaram em uma quantidade de 15 atributos, sendo 8 atributos para o tema de Planejamento para o Transporte 7 atributos para o tema de Políticas Públicas. A **Figura 51** apresenta os resultados desagregados dos 15 atributos, com os valores normalizados pela divisão da soma dos valores dos atributos do Pilar de Eficiência Sistêmica. Com esse resultado, pode-se observar que entre os 15 atributos elencados, o de maior valor refere-se às “*Restrições de tráfego e estacionamento*” com 18,23%. Em sequência, os atributos de maiores valores referem-se “*Qualidade BRT*” e *Qualidade do Ônibus Tradicional* “com 9,92% cada atributo. E, o atributo referente ao “*Home Office*”, teve seu valor de 0%. De acordo com as pesquisas levantadas, o projeto de Lei 511/2018 que institui a Política Municipal, com objetivo de Incentivar o Teletrabalho em São Paulo, ainda está no trâmite de aprovação, o que faz o município não ter no momento, incentivos de home office. Para Afrianty *et al.* (2021) a proposta de *home office* tem sido considerada como uma forma alternativa de organizar o trabalho a fim de proporcionar flexibilidade aos trabalhadores em termos de horas, equilibrando responsabilidades de trabalho e vida social, e assim, economizando tempo de deslocamento do trabalho.

González *et al.* (2022), comentam que os veículos em busca de uma vaga de estacionamento podem contribuir significativamente para o congestionamento e à poluição. Santos e Lima (2021) comentam que a qualidade do sistema de transporte público é uma das estratégias mais importantes para aumentar a atratividade e uso deste modo de transporte. Para Sharari (2022), envolver o público no planejamento e entrega de projetos de Transporte Público pode facilitar a troca de percepções, atitudes, valores e conhecimentos. Ao segregar as atividades urbanas de acordo com os princípios modernistas, Curitiba evitou o foco nos carros particulares, introduzindo faixas exclusivas de ônibus conhecidas como Bus Rapid Transit e ganhou reconhecimento mundial na arena do planejamento urbano (PRESTES *et. al.*, 2022).

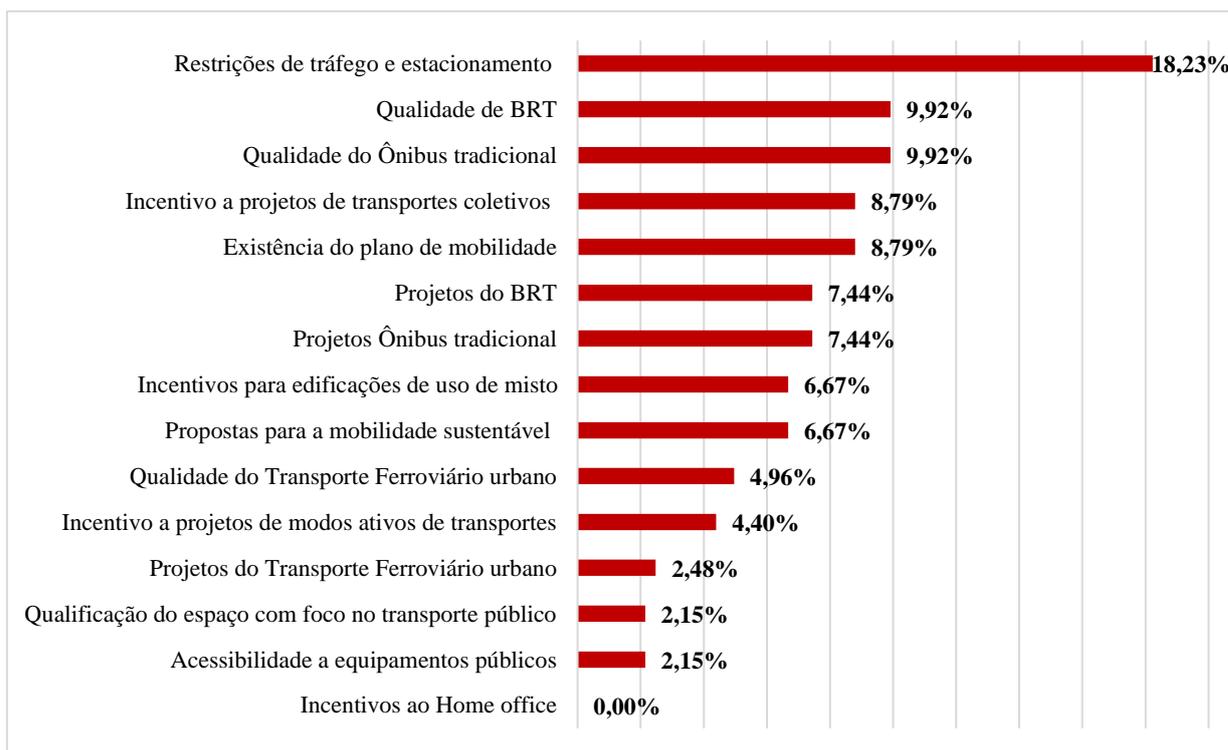


Figura 51 - Análise dos atributos do IEEMU referentes ao pilar de eficiência sistêmica
 Fonte: Elaboração própria

Para Guzman *et al.* (2021), a distribuição desequilibrada do espaço viário em cidades densas implica desafios consideráveis para o transporte sustentável. A mobilidade urbana sustentável inclui cidades clicáveis, com infraestrutura de transporte inclusiva, acesso ao transporte público, sistemas de compartilhamento de carros e veículos autônomos (Bebber *et al.*, 2021). Nos últimos anos, muitas cidades de médio porte na Europa investiram em sistemas ferroviários leves, incluindo trilhos leves, trilhos leves e bondes (FAGEDA, 2021). Bebbler *et al.* (2021) comentam que a acessibilidade do transporte público é frequentemente distribuída de forma desigual entre os locais. As áreas mais empobrecidas geralmente sofrem com a falta de capacidade e qualidade do serviço ferroviário e de ônibus.

6.2 Eficiência das Viagens

Com relação à Eficiência das Viagens, esse pilar abordou o conceito de “mudar” o transporte para modos mais eficientes e de baixo carbono, e seu Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana alcançado no município do São Paulo é de 54,3% sendo o segundo pilar com maior índice de eficiência energética. Nesse pilar foram abordados três temas importantes. O primeiro tema tratou sobre *o Transporte Ativo e Micromobilidade*, que aborda assuntos sobre Campanhas Educativas, Projetos para a Micromobilidade e para a caminhabilidade. O segundo

tema tratou sobre os *Sistemas Integrados de Transporte*, que aborda assuntos sobre o compartilhamento de bicicletas e de viagens, como todo. O terceiro tema tratou sobre o *Transporte Público Hidroviário*, que aborda sobre a importância do Transporte Hidroviário.

A

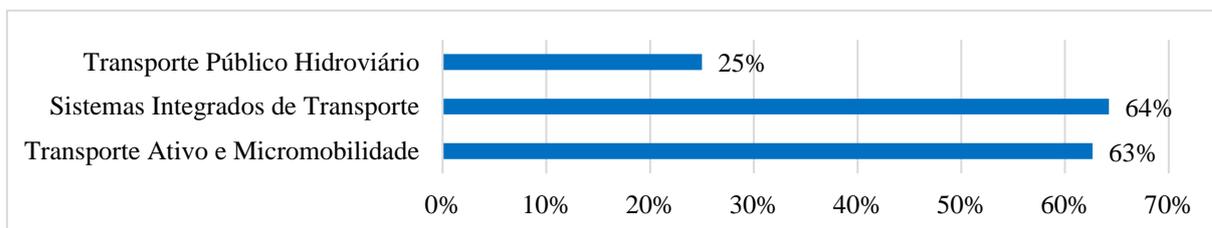


Figura 52 apresenta o resultado do IEEMU por tema, que foram gerados pela soma ponderada dos pesos das iniciativas e atributos e desempenho dos atributos, conforme valores apresentados na Tabela 15. Os resultados apontam que o Transporte Ativo e Micromobilidade, e os Sistemas Integrados de Transportes possuem maior Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana quando comparado com o Transporte Público Hidroviário. Quanto ao Transporte Público Hidroviário possuir um valor abaixo de 30%, isso ocorreu, pois, o Sistema de Transporte Público Hidroviário em São Paulo ainda está em fase inicial de desenvolvimento do projeto, com a implantação de instalações de transbordo referentes a portos e terminais. Ainda assim, a implementação do transporte hidroviário traz demanda por embarcações de carga, passageiros e serviços, que deverão atender aos requisitos e normas de segurança hidroviária estadual e federal. Os Sistema Integrado de Transporte foi apresentado como uma solução viável para solucionar problemas, implementando o uso mais eficiente das infraestruturas atuais (SHAHGOLI et al., 2021). Os autores Lopes e Souza (2018) comentam que, o transporte não motorizado está relacionado à facilidade com que pessoas e bens se deslocam pelas cidades. Para Molinares *et al.* (2021), a micromobilidade oferece uma opção de transporte flexível capaz de evitar congestionamentos rodoviários, reduzindo o espaço de estacionamento necessário.

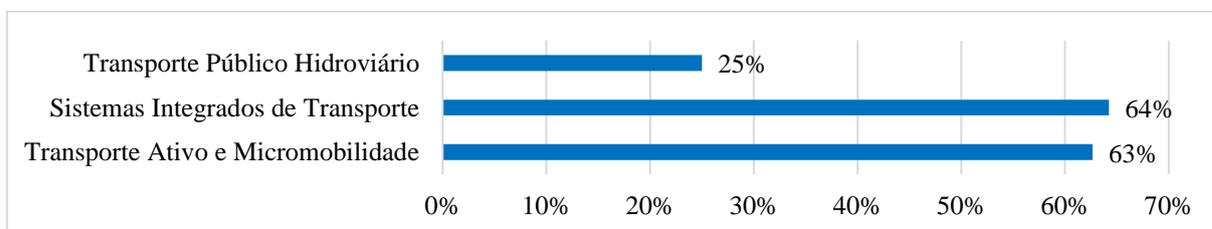


Figura 52 - Comparativo entre os temas do pilar eficiência das viagens
Fonte: Elaboração própria

Os atributos elencados para os temas de Transporte Ativo e Micromobilidade, Sistemas Integrados de Transporte e Transporte Público Hidroviário, são em um número de 9,

sendo distribuídos em 5 atributos para o tema de Transporte Ativo e Micromobilidade, e 3 atributos para o tema de Sistemas Integrados de Transporte. O tema referente ao Transporte Público Hidroviário não possui atributos do 4º nível. Embora esse tema seja de suma importância para o desenvolvimento de uma mobilidade urbana sustentável, ainda é pouco citado, quando se trata de transporte de passageiros.

A **Figura 53** apresenta os resultados desagregados dos 9 atributos, com os valores normalizados pela divisão da soma dos valores dos atributos do Pilar de Eficiência das Viagens. Pode-se observar que entre os 9 atributos elencados, o de maior valor refere-se às “Integração dos modos de transportes”, com 23,43% em sequência o segundo maior valor refere-se à “Projetos Cicloviários” com 14,71%. Quanto a Integração dos modos de transportes possuir um valor aproximado de 20%, isso ocorreu, pois, a integração dos modos de transportes em São Paulo está sendo implementada e possui programas que permitem os usuários a planejarem suas viagens. E no Programa de Metas de São Paulo foram estabelecidas metas, que estão inicialmente sendo executadas, com intuito de modernizar o acesso da população aos serviços. Quanto aos Projetos Cicloviários, embora existam ciclovias em São Paulo, a meta de expansão de ciclovias ainda está em fase de complementação, com a previsão de entrega em 2024.

Quanto à Descarbonização do Transporte possuir um valor inferior a 5,00%, isso reflete na existência dos projetos e programas ainda estarem em fase de inicial de desenvolvimento em São Paulo. Para Adnan *et al.* (2021), o aumento das temperaturas médias em nível global nas últimas décadas se deve principalmente ao aumento das concentrações de gases de efeito estufa. Lazzeroni, *et al.* (2021) comenta que a descarbonização da mobilidade urbana é crucial para inverter a tendência atual e aumentar a qualidade de vida e a condição de saúde das pessoas que vivem nas cidades. Para Anastasiadou e Gavanias (2021), o combate às emissões de GEE do transporte não é um obstáculo trivial, pois existe um conjunto de tendências interrelacionadas que devem ser revertidas.

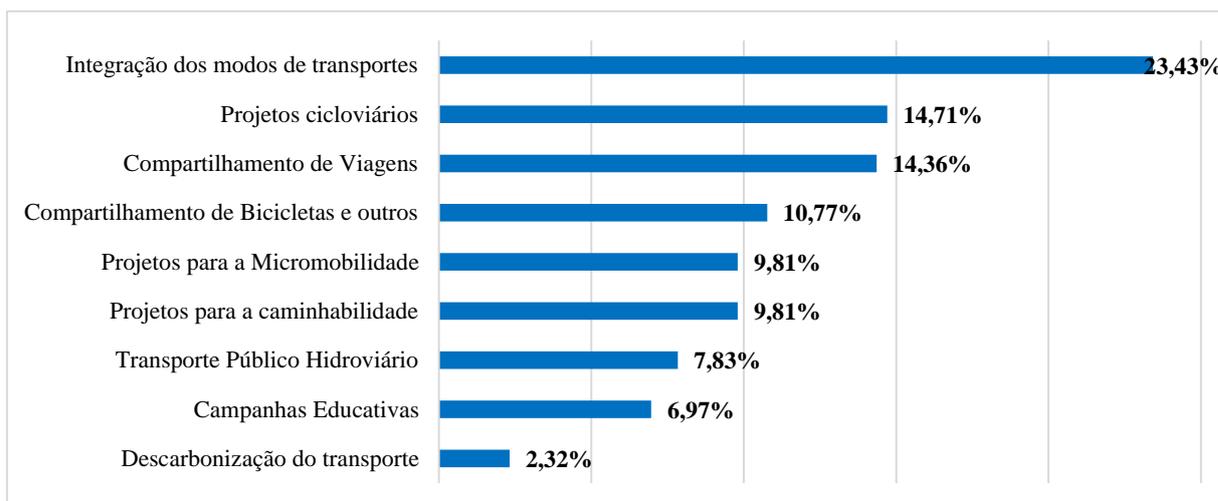


Figura 53 - Análise dos atributos do IEEMU referentes ao pilar de eficiência das viagens
 Fonte: Elaboração própria

A micromobilidade oferece uma opção de transporte flexível capaz de evitar congestionamentos rodoviários, reduzindo o espaço de estacionamento necessário (MOLINARES *et al.*, 2021). Serviços de compartilhamento de bicicletas podem incentivar os viajantes a descartar seus carros particulares (MISKOLCZI *et. al*, 2021). Para Gomez *et al.* (2021), um sistema de mobilidade compartilhada oferece um espaço público atraente onde não é necessário ter um carro, mas você ainda pode ir a qualquer lugar. Conduzir campanhas nacionais para estimular o conhecimento dos benefícios do transporte ativo Molinares *et al.* (2021). Há muitos desafios de atrair usuários para o transporte público em uma sociedade baseada no automóvel privado (TONINI *et al.*, 2021). Bebbber *et al.* (2021) comentam que a mobilidade urbana sustentável inclui cidades clicáveis, com infraestrutura de transporte inclusiva, acesso ao transporte público, sistemas de compartilhamento de carros e veículos autônomos.

6.3 Eficiência Veicular

Com relação à Eficiência Veicular, esse pilar abordou o conceito de “melhorar” o desempenho do veículo e buscar novas tecnologias ou combustíveis renováveis, e seu Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana alcançado no município do São Paulo é de 38,8%, sendo o pilar com o menor índice de eficiência energética. Nesse pilar foram abordados dois temas importantes. o primeiro tema tratou sobre *o Sistema de acionamento de Veículos*, que aborda assuntos sobre a Eletromobilidade. O segundo tema tratou sobre os *Transporte 4.0*, que aborda assuntos sobre a tecnologia veicular.

A **Figura 54** apresenta os valores do IEEMU por tema, que foram gerados pela soma ponderada com os pesos das iniciativas e atributos e desempenho dos atributos, conforme valores apresentados na Tabela 15. Os resultados mostram que o Transporte 4.0 tem seu índice maior quando comparado ao de Sistema de acionamento de Veículos. Para Lazzeroni, *et al.* (2021), a tecnologia veicular permite a comunicação entre veículos, infraestrutura do sistema de transporte e outros usuários. Porém, ambos valores estão abaixo de 50%, indicando uma situação ruim para questões tecnológicas relacionadas a Eficiência Veicular no município de São Paulo.

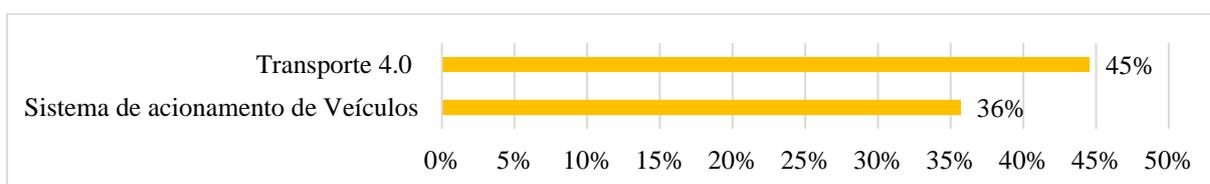


Figura 54 - Comparativo entre os temas do pilar eficiência veicular
 Fonte: Elaboração própria

Os atributos elencados para os temas de Sistema de acionamento de Veículos e Transporte 4.0 totalizam 10 atributos, sendo distribuídos em 7 atributos para o tema de Sistema de acionamento de Veículos, e 3 atributos para o tema de Transporte 4.0.

A **Figura 55** apresenta uma análise de forma geral dos 10 atributos, com os valores normalizados pela divisão da soma dos valores dos atributos do Pilar de Eficiência Veicular. Com esse resultado, pode-se observar que entre os 10 atributos elencados, o de maior valor refere-se às “Veículos com combustíveis renováveis”, com 40,19% em sequência os maiores valores referem-se à “carros híbridos, híbridos plug-in” e “carros elétricos a bateria” com 17,09% cada atributo. E, quatro atributos tiveram os valores de 0%, que são *Programa Brasileiro de Etiquetagem*; e *Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) de pneus*.

O Programa Brasileiro de Etiquetagem, coordenado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro tem por objetivo medir, padronizar e registrar o nível de eficiência energética de veículos automotores leves comercializados no país. É aplicado ao transporte individual de passageiros, incentivando a promoção de hábitos eficientes de consumo, por meio da promoção de um maior nível de informação ao consumidor, auxiliando-o em uma decisão de compra mais consciente. Estimula ainda a produção e importação de veículos mais eficientes e econômicos (BRASIL, 2021). Conforme lista divulgada pelo INMETRO, já existem montadoras em São Paulo que participam do PBE, como

Hyundai, Audi, BMW, e LAND ROVER, entretanto não são todos os modelos das marcas citadas que participam do PBE. Vale enfatizar que, o PBE é um programa de âmbito nacional, e São Paulo não possui incentivos fiscais para que as montadoras sejam incentivadas e participem do PBE com intuito de divulgar seus modelos de veículos e suas classificações de consumo ao consumidor. E outros dois referem-se à *conectividade entre os veículos e carros autônomos*. São atributos relacionados às novas tecnologias para o transporte, como por exemplo carros autônomos, que são veículos sem intervenção humana.

No âmbito nacional, o Programa Rota 2030 aborda temas referentes à produção de tecnologias relacionadas à conectividade veicular, com objetivo de promover a pesquisa, desenvolvimento e a inovação em conectividade veicular, entretanto em São Paulo ainda não existem programas de tecnologias relacionadas à carros autônomos e conectividade em veículos. Porém, as tendências tecnológicas são importantes, pois se trata do futuro da mobilidade sustentável, como semáforos inteligentes, sinais eletrônicos, e comunicação direta entre os veículos. O veículo pode realizar de forma autônoma todas as funções de direção em todas as condições (WANG E SARKIS, 2021) e também a conectividade entre os veículos. Uma tecnologia que se baseia na coleta de dados sobre localização, velocidade, direção e tempo de viagem do veículo por meio de dispositivos instalados a bordo (LAZZERONI, *et al.*, 2021).

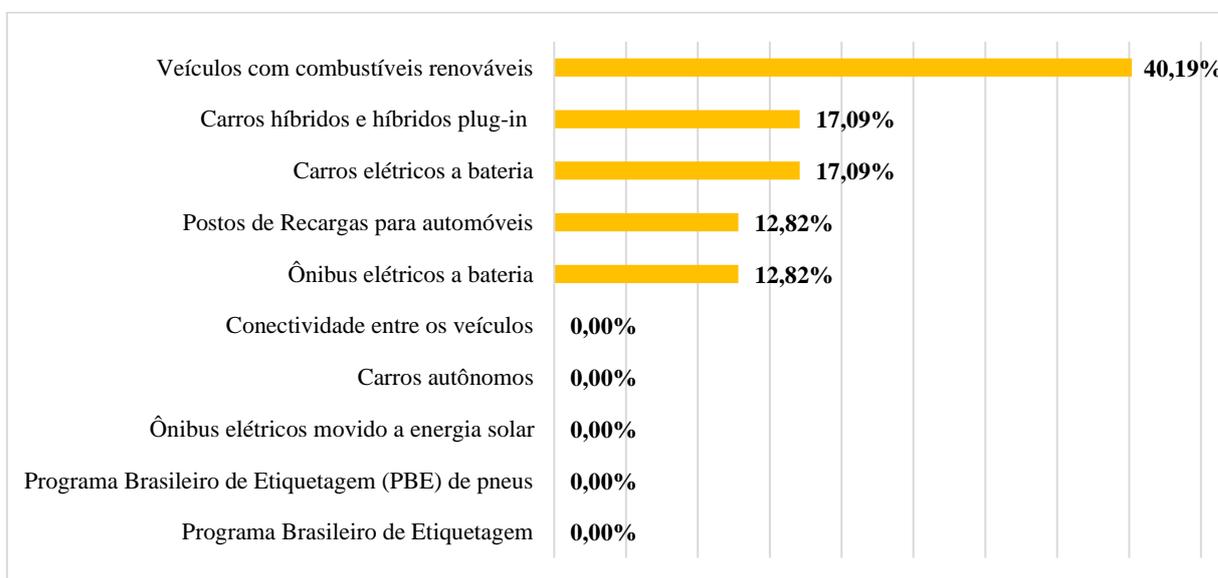


Figura 55 - Comparativo entre os temas do pilar eficiência veicular
 Fonte: Elaboração própria

Para Lazzeroni *et al.* (2021), a eletromobilidade privada tem um papel significativo na transição energética dentro das áreas urbanas, uma vez que a substituição progressiva dos

automóveis convencionais de passageiros por veículos elétricos (VEs) conduz à descarbonização do setor dos transportes sem emissões diretas. O consumo estimado de eletricidade do carregamento de VEs é baseado nas preferências do consumidor para VEs, local de carregamento (público e privado), tipos de equipamentos de abastecimento de veículos elétricos e hora do dia de carregamento (LAZZERONI *et al.*, 2021).

Por fim, analisar os resultados dos indicadores referentes aos três pilares reafirmou o referencial teórico sobre a melhoria das condições da mobilidade urbana representa um dos maiores desafios das cidades em todo o mundo (TISCHER E POLETTE, 2019); sobre o uso excessivo e crescente de energia no setor de transporte é um indicador da ineficiência do sistema (BRASIL, 2018a); sobre a qualidade do sistema de transporte público, que é uma das estratégias mais importantes para aumentar a atratividade e uso deste modo de transporte (SANTOS E LIMA, 2021); e sobre a necessidade de tecnologia de energia limpa nunca foi tão importante (IEA, 2020a).

6.4 Análise de Sensibilidade

A metodologia utilizada nesta pesquisa possibilitou realizar análises agregadas e desagregadas do Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana, permitindo melhor compreensão dos motivos que resultam o valor final do Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana. A análise desagregada auxilia nas causas raízes que refletem em um baixo Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana obtido pela análise agregada. Sendo assim, foi possível testar cenários e fazer simulações considerando melhorias nos atributos que possuem condições atuais ruins e não estão contribuindo para a eficiência energética para a mobilidade urbana.

A **Tabela 16** apresenta cinco cenários distintos que foram testados e a **Figura 56** apresenta o resultado da alteração dos valores dos atributos no desenvolvimento dos vários cenários propostos com o valor do IEEMU global e por pilares, atual e de cada cenário gerado.

Em todos os cenários de avaliação foram feitas alterações nos atributos que compõe o *1º nível (tema)* e o *2º nível (iniciativa)*.

Tabela 16 – Descrição dos cenários de avaliação do índice de EEMU

Cenários	Descrição
Cenário atual	Condições atuais de desempenho dos atributos.
Cenário 1	Melhoria nas condições dos atributos (Valor 1,0) do Pilar Eficiência Sistêmica, do Tema e Iniciativa com maiores pesos (Planejamento para o Transporte Sustentável - Incentivo ao uso do transporte coletivo, respectivamente).
Cenário 2	Melhoria nas condições dos atributos (Valor 1,0) do Pilar Eficiência das Viagens, do Tema e Iniciativa com maiores pesos (Transporte Ativo e Micromobilidade - Infraestrutura, respectivamente).
Cenário 3	Melhoria nas condições dos atributos (Valor 1,0) do Pilar Eficiência Veicular, do Tema e Iniciativa com maiores pesos (Sistema de acionamento de Veículos - Eletromobilidade, respectivamente).
Cenário 4	Melhoria nas condições dos atributos (Valor 1,0) nos três Pilares de EEMU, das Iniciativas com maior peso.
Cenário 5	Leve melhoria nas condições dos atributos (Valor 0,5), dos três pilares que possuem valor atual igual a zero.

Fonte: Elaboração própria

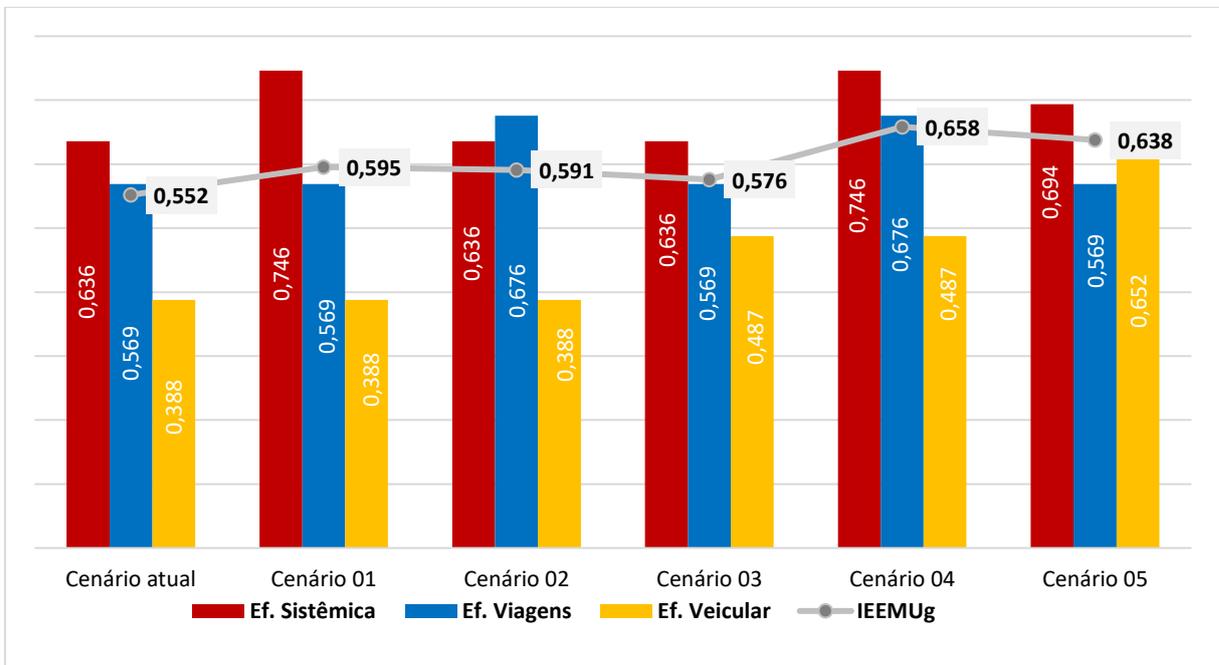


Figura 56 - Cenários de avaliação do índice de EEMU

Fonte: Elaboração própria

O **cenário 1** refere-se ao pilar de Eficiência Sistêmica, e consiste na melhoria dos atributos relacionados à iniciativa de “*Incentivo ao uso do transporte coletivo*”, do tema “*Planejamento Para o Transporte Sustentável*”, composto por seis atributos, nenhum com valor zero e que na simulação passaram a ter o valor máximo de desempenho. Esse novo cenário trouxe um aumento no IEEMU de 7,85% em relação ao Índice atual. Esse aumento está relacionado às melhorias dos atributos ligados diretamente ao uso do Transporte Público, que se referem às técnicas de avaliação da qualidade e incentivos de projetos voltados ao Ônibus tradicional, ao BRT e ao Transporte Ferroviário urbano, que são transporte com alta utilização

pela população. Observou-se que apesar desses temas terem alcançado um valor mais elevado do índice (em torno de 60%) quando comparado aos outros Temas, ainda carecem de investimentos, o que pode trazer uma melhoria significativa no IEEMU Global.

O **cenário 2** refere-se ao pilar de Eficiência das Viagens, e consiste na melhoria dos atributos relacionados à iniciativa referente à “*Infraestrutura*”, do tema *Transporte Ativo e Micromobilidade*. Foram três atributos que possuem valor 0,5 e 0,75 e na simulação passaram a ter valores igual a 1,00. Esse cenário representa um aumento no IEEMU de 7,09% em relação ao IEEMU atual. Esse aumento está relacionado às melhorias dos atributos ligados diretamente ao uso do Transporte Ativo, que avalia iniciativas de políticas e de projetos ciclovitários, de micromobilidade e de caminhabilidade, que são meios de transporte à propulsão humana e mais sustentáveis, além de ser de suma importância para a eficiência energética.

O **cenário 3** refere-se ao pilar de Eficiência Veicular, que consiste na melhoria dos atributos relacionados à iniciativa de “*Eletromobilidade*”, do tema *Sistema de Acionamento de Veículos*. Foram dois atributos que possuem valores 0,75 e um atributo com valor 0,00 que passaram a ter valor máximo de 1,00. Esse cenário trouxe um pequeno aumento no IEEMU de 4,31% em relação ao IEEMU atual. Esse pequeno aumento no IEEMU está relacionado às melhorias dos atributos ligados diretamente à Eletromobilidade, que se referem à implantação do transporte público de ônibus elétricos, ônibus elétricos movido a energia solar, e utilização de carros elétricos a bateria e carros híbridos e híbridos plug-in. A Eletromobilidade é uma das alternativas para o desenvolvimento de cidades mais inteligentes e sustentáveis.

O **cenário 4** foi o que apresentou o melhor resultado, que consiste na melhoria nas condições dos atributos das Iniciativas com maior peso nos três pilares de Eficiência Energética, que são “*Incentivo ao uso do transporte coletivo*”, “*Infraestrutura*” e “*Eletromobilidade*”. De modo geral, os quatorze atributos dessas iniciativas apresentaram bom desempenho em São Paulo, com valores entre 1,0 e 0,5. Apenas um atributo apresentou valor zero. Mesmo com essa condição real, quando na simulação os valores foram alterados para 1,0 ocorreu um aumento no IEEMU de 19,25% em relação ao IEEMU atual. Esse aumento está relacionado à soma dos três cenários apresentados anteriormente, que seriam melhorias relacionadas ao transporte público, ao transporte ativo e à eletromobilidade. Ainda que seja o melhor cenário de IEEMU, em princípio, pode ser o cenário de menor interesse, em vista às ações de políticas públicas, por envolver melhorias de alto investimento a curto prazo no transporte público, como investimento na troca de frota de ônibus a diesel para elétricos, projetos relacionados à melhorias no transporte público, implantação de infraestrutura com melhorias aos ônibus, BRT e trens (VLT,

metro), como também questões relacionadas à infraestrutura para o transporte ativo, principalmente na utilização de patinetes, que necessitam de ciclovias exclusivas.

O **cenário 5** foi o segundo que apresentou o melhor resultado, e refere-se aos três pilares de Eficiência Energética, que consiste em uma leve melhoria (valor 0,50) nas condições de todos os atributos que possuem valor atual igual a zero. Nesse caso foram alterados os valores de desempenho de seis atributos do Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana que apresentaram desempenho igual a zero em São Paulo. Quando foi realizada a alteração dos valores para 0,50 ocorreu um aumento no IEEMU de 15,54% em relação ao IEEMU atual. É um cenário atrativo, por se tratar de pautas distintas, e que em princípio, pode não necessitar de alto investimento a curto prazo, como incentivos ao Home office, incentivos financeiros às montadoras ao Programa Brasileiro de Etiquetagem, estudo de caso para inclusão de Ônibus elétricos movido a energia solar, tendências tecnológicas, como a Conectividade entre os veículos, e carros autônomo, mas a adoção da direção autônoma deve ser gradual seguindo seus diferentes níveis (de zero, quando motorista tem controle total do veículo, até cinco, quando computadores desempenham todas funções).

6.5 Considerações Finais sobre a Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana em São Paulo

O Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana (EEMU) proposto nesta pesquisa possibilita realizar análises agregadas e desagregadas dos resultados relevantes à melhoria do sistema de transporte, enfatizando os modos mais eficientes, para que assim, seja reduzido a poluição do ar, a dependência dos combustíveis fósseis, e principalmente, a qualidade de vida da população.

Os resultados obtidos com a aplicação do Modelo de Avaliação de EEMU no município de São Paulo, apontam a necessidade de implementação de Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana com intuito de incentivo às melhorias no sistema de transporte público.

Nesse sentido, é necessário repensar a política de transporte público coletivo e de se encarar a realidade: falta nas médias e grandes cidades um planejamento mais condizente com o desenvolvimento dos aglomerados urbanos e o crescimento. O futuro da mobilidade é pensar no desenvolvimento do transporte no Longo Prazo, fazendo com que seja uma ação de estado e não de governo.

É notório a importância de políticas públicas para o incentivo à população do uso do transporte público, quando se trata de qualidade, e também na infraestrutura. Segundo Sharari (2022), envolver o público no planejamento e entrega de projetos de Transporte Público pode facilitar a troca de percepções, atitudes, valores e conhecimentos.

O Plano de Mobilidade Urbana é de imprescindível para o desenvolvimento de uma cidade. Para sua implementação é possível utilizar diretrizes colocadas em documentos que se pautem na priorização e estruturação do transporte público, a pé e por bicicleta. E os planos de ações elaborados no decorrer de sua elaboração precisam ter atenção dos gestores públicos a fim de que sejam realizados, e não apenas manter-se no papel para um possível projeto futuro. Podem também ocorrer parcerias com empresas e instituições interessadas no assunto, de forma a auxiliar os gestores e capacitar equipes técnicas de planejamento e execução do plano. Bebber *et al.* (2021), comenta que o desenvolvimento sustentável de uma cidade está diretamente ligado às condições de mobilidade urbana. Para Oskarbski *et al.* (2021), caminhar e andar de bicicleta podem contribuir significativamente para enfrentar os desafios urbanos, como poluição do ar, saúde e consumo de energia. Para Bebber *et al.* (2021), a mobilidade urbana sustentável inclui cidades clicáveis, com infraestrutura de transporte inclusiva, acesso ao transporte público, sistemas de compartilhamento de carros.

A micromobilidade é um tema relevante, pois está diretamente relacionado ao incentivo do transporte ativo, e oferece uma opção de transporte flexível capaz de evitar congestionamentos rodoviários, reduzindo o espaço de estacionamento necessário. Porém, vale ressaltar que, campanhas de incentivos aos modos ativos visa aumentar a participação do modo e desencorajar o uso de veículos particulares e motorizados. Para Molinares *et al.* (2021), é preciso conduzir campanhas nacionais para estimular o conhecimento dos benefícios do transporte ativo.

A Eletromobilidade é importante para o desenvolvimento de energia limpa. Conforme Iwan *et. al* (2021), a eletromobilidade é um dos desafios mais importantes para os sistemas de transporte rodoviário e empresas de transporte. A eletromobilidade é uma das principais tendências que transformam o transporte público em todo o mundo (WOYEK *et al.*, 2021).

A Etiquetagem PBE é a forma de evidenciar o atendimento a requisitos de desempenho estabelecidos em normas e regulamentos técnicos. Foi lançada a Tabela 2023, com novas informações sobre eficiência energética, mas, apesar de sua importância, a maioria das pessoas não sabe sobre como esses testes são realizados, o que acaba não sendo um fator importante de decisão das pessoas na compra de seus veículos. Salvo Junior *et al.* (2021), comenta que o

processo de medição PBE, em que determina a eficiência energética aos veículos têm as classificações entre “A” e “E”, onde “A” tem o menor consumo energético e “E” tem o maior consumo energético.

Já o transporte 4.0, que ainda não possui parâmetros de incentivos, ou programas de Políticas Públicas no município de São Paulo, tem o principal objetivo de modernizar toda a operação desde o planejamento do transporte até sua utilização. Um exemplo é a conectividade entre os veículos, que é comunicação entre veículos e pedestres através de sensores para que exista uma movimentação dinâmica. Se trata de tecnologia que se baseia na coleta de dados sobre localização, velocidade, direção e tempo de viagem do veículo por meio de dispositivos instalados a bordo (LAZZERONI, *et al.*, 2021). Já os carros autônomos são veículos que podem realizar de forma autônoma todas as funções de direção em todas as condições (WANG e SARKIS, 2021) e também a conectividade entre os veículos.

Por fim, é importante existir incentivos que estimulem às tendências tecnológicas, e também incentivos ao uso da Etiquetagem de Veículos. As etiquetas indicam o consumo e a eficiência energética dos carros vão estimular investimentos pela indústria e guiar o consumidor na hora da compra do veículo.

Portanto, esta pesquisa tem uma contribuição qualitativa à gestão pública na sua qualificação de desenvolvimento do Modelo de Avaliação de EEMU, que teve como base conceitual inicial a metodologia ASI - (Avoid-Shift-Improve) – Evitar, Mudar e Melhorar/Otimizar (BRASIL, 2018a), e permitiu incrementar o modelo de eficiência energética em transporte por meio dos três pilares: a Eficiência Sistêmica, a Eficiência das Viagens e a Eficiência Veicular.

7 CONCLUSÃO

Essa pesquisa teve como objetivo desenvolver um Modelo de Avaliação de Desempenho Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana (EEMU), considerando os três pilares: Eficiência Sistêmica, Eficiência das Viagens e Eficiência Veicular, que envolveu especialistas das áreas de diferentes áreas de engenharia. Por meio da construção do Modelo de Avaliação de EEMU, pode-se verificar que o uso de tecnologias de energia limpa é importante, e que atualmente, a maneira como se produz e se consome energia ainda é insustentável.

A má distribuição do espaço público, em decorrência do uso intensivo do transporte individual resulta em sistemas de mobilidade urbana ineficientes. Da mesma forma, o transporte impacta diretamente o agravamento das mudanças climáticas, com o aumento das emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE) e poluentes locais, ocasionando efeitos negativos em questões socioambientais e de saúde pública, diminuindo a qualidade de vida da população. Nesse sentido, os veículos elétricos podem ser uma das alternativas para a substituição parcial ou total de frotas que funcionam à base de combustíveis fósseis e emitem os chamados gases de efeito estufa (GEE). A mobilidade urbana sustentável, por sua vez, é resultado de um conjunto de políticas públicas de transporte, integrado ao planejamento urbano, que visa proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano e às oportunidades equilibrando aspectos sociais, econômicos, ambientais e culturais.

A literatura consultada permitiu verificar temas e avanços tecnológicos importantes para mobilidade urbana, como por exemplo, a acessibilidade a equipamentos públicos, que aborda o desenvolvimento econômico de bairros periféricos predominantemente residenciais, com incentivo ao uso misto, e qualificação da inserção urbana dos grandes lotes, com fachada ativa e alargamento de calçada. E também, a micromobilidade oferece uma opção de transporte flexível capaz de evitar congestionamentos rodoviários, reduzindo o espaço de estacionamento necessário, diminuindo a poluição sonora do ar. Porém, vale ressaltar que, para a população desenvolver sua viagem com praticidade e segurança, é de suma importância a criação de espaços apropriados à locomoção. Os autores consultados apontam também a necessidade de avanços tecnológicos do transporte 4.0 para o município, com intuito de estimular à produção de tecnologias relacionadas à Conectividade Veicular, veículos autônomos, entre outros.

A pesquisa teve implicações científicas e práticas e contribuiu com a elaboração de um Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana multidisciplinar e o desenvolvimento de um Índice de Eficiência energética de Mobilidade

Urbana e que pode ser utilizado como um indicador de controle sobre as ações de mobilidade urbana. Em termos práticos, o trabalho possibilitou apontar iniciativas prioritárias que devem ser pauta de políticas de melhorias no município de São Paulo.

O modelo desenvolvido é bastante robusto, pois incorpora fatores estratégicos e importantes na busca da Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana. Poderá ser utilizado como ferramenta de monitoramento do IEEMU com o objetivo de promover soluções alternativas de mobilidade e sistemas de transporte mais sustentáveis e eficientes em termos energéticos, com intuito de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, diminuir o tempo de duração de viagem e melhorar a qualidade de vida. A aplicação do Modelo de Avaliação de EEMU em São Paulo possibilitou apontar os principais critérios que merecem atenção por parte da administração pública local. Também mostrou que pode ser replicado em outros municípios de grande porte. Por ser uma ferramenta flexível, que permite retirar ou incorporar novos critérios, pode ainda ser adaptada para município de dimensões diferentes.

Espera-se que uma vez que sejam implementadas melhorias no sistema de transporte do município, essas influenciem na escolha do usuário pelo uso de qual meio de transporte e, conseqüentemente, diminua os efeitos do uso do transporte individual e contribua com a sustentabilidade.

Por fim, são inúmeras as estratégias que podem ser aplicadas para se atingir a eficiência energética na mobilidade urbana, enfatizando, principalmente, ao transporte público, como o incentivo a qualidade (descarbonização do transporte urbano), ao transporte ativo, como o incentivo à micromobilidade (compartilhamento de veículos leves elétricos e não elétricos) e o transporte não motorizado (deslocamento a pé ou por meio de bicicleta), e também avanços tecnológicos (transporte 4.0).

Garantir a inovação para uma mobilidade urbana sustentável é uma das pautas mais importantes que devem ser tratadas pelos gestores públicos e que estejam alinhadas com as Políticas públicas. Assim, os gestores públicos podem conduzir da melhor forma os projetos e incentivos a inovação para o surgimento de novas soluções de mobilidade. A diversidade de serviços de mobilidade, a adoção de novas tecnologias, o estímulo à inovação e ao empreendedorismo devem ser sempre entendidas como políticas fundamentais, uma vez que a tecnologia já faz parte do dia a dia das pessoas, e pode ser utilizada pelo setor de transportes para promover a qualificação dos serviços. As decisões devem ser sempre tomadas baseadas nas mais recentes evidências científicas e dados vindas do setor de mobilidade.

A colaboração e parcerias entre setor público e privado devem ser entendidas como oportunidades de acelerar e promover a entrada da tecnologia e inovação nos serviços utilizados pela população. Assim, promover melhorias nos sistemas de transporte públicos através da implementação de novas tecnologias e sistemas integrados, para que assim, o sistema de transporte público seja mais dinâmico aos outros meios de transporte.

A etapa de modelagem contou com a colaboração de um conjunto de especialistas que por meio de seus julgamentos possibilitaram a determinação do grau de importância dos critérios. Por se tratar de um modelo flexível, em outras aplicações e com outros stakeholders e/ou especialistas podem vir a contribuir com a análise e deixar a proposta mais adaptada ao caso de estudo onde o modelo será aplicado.

O resultado desta pesquisa tem ainda o intuito de incentivar a aplicação do Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana em outros municípios para avaliar a situação de eficiência energética do município aplicado, e analisar quais melhorias são necessárias para o seu desenvolvimento. Por fim, o Modelo de Avaliação de EEMU tem o propósito de auxiliar os gestores na compreensão dos três pilares de eficiência energética: se a ação evita a necessidade dos deslocamentos “*Avoid*”, se muda o comportamento do usuário a utilizar modos mais eficientes “*Shift*” ou se melhora a eficiência por meio da tecnologia veicular “*Improve*”. O modelo foi aplicado em um município de grande porte, mas poderá ser adaptado para cidades de dimensões diferentes.

Como relação às limitações dessa pesquisa, o primeiro desafio foi realizar toda análise dos atributos de forma online, devido a COVID-19. A ampliação da coleta de dados, poderia ser aperfeiçoada com a inclusão de visitas presenciais ao município e entrevistas com gestores públicos. Ainda como limitação, o pilar Eficiência Veicular tratou sobre melhorar viagens existentes por meio do uso de melhores veículos e fonte de energia, e um dos temas proposto foi o Transporte 4.0, porém a maioria dos atributos não correspondeu com o atual momento do município de São Paulo. Sendo assim, fica como sugestão a continuidade dessa pesquisa em trabalhos futuros a fim de avaliar a evolução dos atributos que tiveram valor 0,00 no resultado final, como conectividade entre os veículos, veículos autônomos, ônibus elétrico movido a energia solar, entre outros. Sugere-se também para futuras pesquisas um novo levantamento de dados com os mesmos atributos a fim de avaliar se os houve melhorias em relação a primeira análise feita.

Essa pesquisa cumpriu com o seu objetivo maior, desenvolvendo um Índice de Eficiência Energética de Mobilidade Urbana que pode ser utilizado por gestores públicos a fim de analisar as condições atuais de eficiência energética em São Paulo com intuito de sugerir melhorias. A aplicação do Modelo de Avaliação de Desempenho de Eficiência Energética para a Mobilidade Urbana (EEMU) em outras cidades depende da coleta de dados para cada atributo aplicável. Entretanto, o Modelo de Avaliação de EEMU pode ser adaptado para características específicas de cada município.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, J.L.; CARDOSO, L.A.L.; PEDROSA, D.; SOUSA, T.J.C.; MACHADO, L.; TANTA, M.; MONTEIRO, V. **A Review on Power Electronics Technologies for Electric Mobility**. *Energies* (2020), 13, 6343. DOI: <https://doi.org/10.3390/en13236343> .

AFRIANTY T. W.; ARTATANAYA I. G.; BURGESS J. **Working from home effectiveness during Covid-19: Evidence from university staff in Indonesia**. *Asia Pacific Management Review*, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2021.05.002>.

ALI, A., QURESHI, M., SHIRAZ, M., SHAMIM, A. **Mobile crowd sensing based dynamic traffic efficiency framework for urban traffic congestion control**. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, Volume 32. 2021. DOI:10.1016/j.suscom.2021.100608.

AMERICAN COUNCIL FOR AN ENERGY-EFFICIENT ECONOMY (ACEEE). **The 2018 International Energy Efficiency Scorecard**. EUA, 2018.

ANASTASIADOU, K.; GAVANAS, N.; PYRGIDIS, C.; PITSIAVA-LATINOPOULOU, M. **Identifying and Prioritizing Sustainable Urban Mobility Barriers through a Modified Delphi-AHP Approach**. *Sustainability*. 13(18), 10386 (2021). DOI: 10.3390/su131810386.

APARÍCIO, J.T.; ARSENIO, E.; HENRIQUES, R. **Understanding the Impacts of the COVID-19 Pandemic on Public Transportation Travel Patterns in the City of Lisbon**. *Sustainability*. 13(15), 8342 (2021). DOI: 10.3390/su13158342.

Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE). **Notícias sobre a eletrificação no transporte**. Disponível em: <http://www.abve.org.br/> . Acesso em 11 de novembro de 2022.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PNEUMÁTICOS (ANIP). **Manual de Normas Técnicas**. 2021. Disponível em: <https://www.anip.com.br/>. Acesso em 11 de novembro de 2022.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS (ANTP). **Construindo hoje o amanhã: propostas para o transporte público e a mobilidade urbana sustentável no Brasil, Cadernos Técnicos**. V.25. Série Cadernos Técnicos, São Paulo, 2019. Disponível em: http://files.antp.org.br/2019/3/12/construindo-o-amanha_web.pdf. Acesso em 11 de outubro de 2022.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS (ANTP). **Estudo Comparativo de Tecnologias Veiculares de Tração Aplicáveis a Ônibus Urbanos, Série Cadernos Técnicos**. V.15. Série Cadernos Técnicos, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://www.emtu.sp.gov.br/ftp/Caderno%20Tecnico%20-%20Vol%2015.pdf> Acesso em 11 de outubro de 2022.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES DE PASSAGEIROS SOBRE TRILHOS (ANPTRILHOS). **Veículo Leve sobre Trilhos - Mobilidade Sustentável**. Brasil, 2017. Disponível em: <https://anptrilhos.org.br/>. Acesso em 11 de outubro de 2022.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES DE PASSAGEIROS SOBRE TRILHOS (ANPTRILHOS). **Balanco do Setor Metroferroviário**. Brasil, 2019. Disponível em: <https://anptrilhos.org.br/wp-content/uploads/2019/05/anptrilhos-balancosetor-2019-web.pdf> . Acesso em 11 de outubro de 2022.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES DE PASSAGEIROS SOBRE TRILHOS (ANPTRILHOS). **Balanco do Setor Metroferroviário**. Brasil, 2020. Disponível em: <https://anptrilhos.org.br/wp-content/uploads/2021/04/anptrilhos-balanco-metroferroviario-2020-2021.pdf> . Acesso em 11 de outubro de 2022.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES DE PASSAGEIROS SOBRE TRILHOS (ANPTRILHOS). **Balanco do Setor Metroferroviário**. Brasil, 2021. Disponível em: <https://anptrilhos.org.br/wp-content/uploads/2021/04/anptrilhos-balanco-metroferroviario-2020-2021.pdf> Acesso em 11 de outubro de 2022.

AVI, C. **Syncing Sustainable Urban mobility with Public Transit Policy Trends based on global data Analysis**. Scientific Reports. 11(1), 14597 (2021). DOI: 10.1038/s41598-021-93741-4.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO (BNDES) - **Veículos elétricos: um mercado em ascensão**. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/noticias/noticia/veiculos-eletricos>. Acesso em 01 de junho de 2021.

BANDEIRA, D. L.; BECKER, J. L.; EICHENBERG, T. R. **Processo de escolha da melhor localização de unidades operacionais móveis: uma aplicação da técnica processo de análise hierárquica – (AHP)**. Revista de Administração da UFSM, v. 7, n. 3, p. 356–372, 2014.

BARBAROSSA, L. **THE POST Pandemic City: Challenges and Opportunities for a Non-Motorized Urban Environment**. An Overview of Italian Cases. Sustainability. 12(17), 7172 (2020), 12, 7172. DOI:10.3390/su12177172.

BARBOSA, S. B.; FERREIRA, M. G. G.; NICKEL, E. M.; Cruz, J. A.; Forcellini, F. A.; Garcia, J.; Guerra, J. B. S. O. A. **Multi-criteria analysis model to evaluate transport systems: An application in Florianópolis, Brazil**. Transportation Research Part A: Policy and Practice, Elsevier, vol. 96. Pag: 1-13. 2017.

BARROS, B., CARVALHO, E., JUNIOR, A. **Inland waterway transport and the 2030 agenda: Taxonomy of sustainability issues**. Cleaner Engineering and Technology. Cleaner Engineering and Technology. 8, 100462 (2022). DOI: 10.1016/j.clet.2022.100462.

BEBBER, S., LIBARDI, B., MOSCHEN, S., SILVA M., FACHINELLI A. & NOGUEIRA M. **Sustainable mobility scale: A contribution for sustainability assessment systems in urban mobility**. Cleaner Engineering and Technology. 5, 100271 (2021). DOI: 10.1016/j.clet.2021.100271.

BERNARDES, F. F.; FERREIRA, R. W. - **Veículo Leve Sobre Trilhos (VLT) - Proposta De Implantação Para O Transporte Público em Uberlândia/MG**. Caminhos de Geografia. 2016.

BOOYSEN, M., ABRAHAM, C., RIX, A., NDIBATYA, I. **Walking on sunshine: Pairing electric vehicles with solar energy for sustainable informal public transport in Uganda**. Energy Research & Social Science. 85, 102403 (2022). DOI: 10.1016/j.erss.2021.102403.

BORGHETTI, F., COLOMBO, C., LONGO, M., MAZZONCINI, R., CESARINI, L., CONTESTABILE, L., SOMASCHINI, C. 15-Min Station: A Case Study in North Italy City to Evaluate the Livability of an Area. *Sustainability*, 13(18), 10246. (2021). DOI: 10.3390/su131810246.

BOZZI, A.D.; AGUILERA, A. **SHARED E-Scooters: A Review of Uses, Health and Environmental Impacts, and Policy Implications of a New Micro-Mobility Service.** *Sustainability*.13(16), 8676 (2021). DOI: 10.3390/su13168676.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES - **Manual de BRT - Bus Rapid Transit**, 2008a.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Manual de BRT - Bus Rapid Transit. Guia de Planejamento.** SeMob - Secretaria Nacional de Transportes e Mobilidade Urbana. Brasília, 2008b.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano Nacional de Eficiência Energética.** SPE - Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. Brasília, 2011.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de JANEIRO de 2012. Dispõe sobre diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. **Diário Oficial da União.** Brasília, 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana.** SeMob - Secretaria Nacional de Transportes e Mobilidade Urbana. Brasília, 2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Caderno Técnico de Referência: Eficiência Energética na Mobilidade Urbana.** SeMob - Secretaria Nacional de Transportes e Mobilidade Urbana. Brasília, 2018a.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Caderno Técnico para Projetos de Mobilidade Urbana: VEÍCULO LEVE SOBRE TRILHOS.** SeMob - Secretaria Nacional de Transportes e Mobilidade Urbana. Brasília, 2018b.

BRASIL. Lei nº 13.755, de 10 de dezembro de 2018. **Estabelece requisitos obrigatórios para a comercialização de veículos no Brasil; institui o Programa Rota 2030 - Mobilidade e Logística.** Brasília, 2018c.

BRASIL. MINISTÉRIO DA ECONOMIA. Projeto de Mobilidade Elétrica (PROMOB-e). **Estudo de scooters elétricas: mercados, casos e análises.** Brasília, 2020a.

BRASIL. MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **CADERNOS ODS: ODS 17 - Fortalecer os meios de Implementação e revitalizar a parceria global para O Desenvolvimento Sustentável.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Brasília, 2020b.

BRASIL. ELETROBRAS. **Prestação de Serviço de Consultoria para Elaboração de Proposta para o Plano Decenal de Eficiência Energética – PDEF, provendo um portfólio de ações para o avanço dos ganhos de eficiência energética no Brasil. Propostas de Novas Ações no Setor de Transportes.** 2021a.

BRASIL. MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Guia de Micromobilidade Compartilhada.** GIZ - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Brasília, 2021b.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Bases para a Consolidação da Estratégia Brasileira do Hidrogênio.** 2021c.

BRASIL. **Programa Rota 2030. Relatório final.** Brasília, 2021d.

- BREUER, J.L.; SCHOLTEN, J.; KOJ, J.C.; SCHORN, F.; FIEBRANDT, M.; SAMSUN, R.C.; ALBUS, R.; GÖRNER, K.; STOLTEN, D.; PETERS, R. **An Overview of Promising Alternative Fuels for Road, Rail, Air, and Inland Waterway Transport in Germany**. *Energies*. 15(4), 1443 (2022). DOI: 10.3390/en15041443
- BUILD YOUR DREAMS (BYD). **Chassis de ônibus 100% elétricos BYD Transporte público sem poluição**. 2021. Disponível em: <https://www.byd.ind.br/produtos/onibus/>. Acessado em 01 de maio de 2021.
- BUSINGE, C. N.; VIANI, S.; PEPE, N.; BORGARELLO, M.; CARUSO, C.; TRIPODI, G; SORESINETTI, S. **Energy Efficiency Solutions for Sustainable Urban Mobility: Case Study of the Milan. Metropolitan area**. *Urban Transport XXIV*. 2019.
- BUTLER, L.; YIGITCANLAR, T.; PAZ, A. **How Can Smart Mobility Innovations Alleviate Transportation Disadvantage? Assembling a Conceptual Framework through a Systematic Review**. *Appl. Sci.* 10(18), 6306 (2020). DOI: 10.3390/app10186306.
- CARTENÍ, A., HENKE, I., MOLITIERNO, C., FRANCESCO, L. **Strong Sustainability in Public Transport Policies: An e-Mobility Bus Fleet Application in Sorrento Peninsula**. *Sustainability*. 12 (17), 7033 (2020). DOI: 10.3390/su12177033.
- CIESLA, M., SOBOTA, A., JACYNA, M. **Multi-Criteria Decision-Making Process in Metropolitan Transport Means Selection Based on the Sharing Mobility Idea**. *Sustainability*. 12 (17), 7231 (2020). DOI: 10.3390/su12177231.
- COMPANHIA PAULISTA DE TRENS METROPOLITANOS (CPTM). **Projeto do Trem Intercidades**. Disponível em: <https://www.metrocptm.com.br/trem-intercidades/>. Acesso em 11 de novembro de 2022.
- COSTA, H. G. **Auxílio multicritério à decisão: método AHP**. Rio de Janeiro, 2006.
- COSTA, S.M. – **Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável**. Tese. (Doutorado em Engenharia Civil). Escola de Engenharia de São Carlos na Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008.
- COWAN, R.; HULTEN, S. **The Case of Electric Vehicle'**. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 53, pp. 61-79. 1996.
- D'ALMEIDA, L.; T. RYE & F. POMPONI. **Emissions assessment of bike sharing schemes: The case of Just Eat Cycles in Edinburgh, UK**. *Sustainable Cities and Society*. 71, 103012 (2021). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103012>.
- EHSANI, M.; GAO, Y.; GAY; S. E., EMADI, A. **Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design**. CRC Press. 2005.
- FAGEDA, X. **Do light rail systems reduce traffic externalities? Empirical evidence from mid-size european cities**. *Transportation Research Part D*. 92, 102731 (2021). DOI: 10.1016/j.trd.2021.102731.
- FAN, C., JIANG, X. & MOSTAFAVI, A. **Evaluating crisis perturbations on urban mobility using adaptive reinforcement learning**. *Sustainable Cities and Society*. 75, 103367 (2021). DOI: 10.1016/j.scs.2021.103367.
- FARIA, M. DUARTE, G., BAPTISTA, P. **Assessing electric mobility feasibility based on naturalistic driving data**. *Journal of Cleaner Production* 206 (2019).

- FAZIO, M.; GIUFFRIDA, N.; LE PIRA, M.; INTURRI, G. & IGNACCOLO, M. **Planning Suitable Transport Networks for E-Scooters to Foster Micromobility Spreading**. Sustainability. 13(20), 11422 (2021). DOI: 10.3390/su132011422.
- FERNANDES, S. G. **Impactos da Mobilidade Urbana na região metropolitana do Rio de Janeiro**. Tese (Monografia em Administração Pública). Universidade Federal Fluminense Instituto de Ciências Humanas e Sociais. Volta Redonda, 2015.
- FERNANDEZ, R. **Stochastic Analysis Of Future Scenarios For Battery Electric Vehicle Deployment And The Upgrade Of The Electricity Generation System In Spain**. J. Prod. 316, 128101 (2021). DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.128101.
- FERRARA M., LIBERTO C., NIGRO M., TROJANI, M., VALENTI, G. **Multimodal choice model for e-mobility scenarios**. Transportation Research Procedia. Volume 37. 2019.
- FREDERSHAUSEN, S., LECHTE, H., WILLNAT, M., WITT, T., HARNISCHMACHER, C., LEMBCKE, T., KLUMPP, M. KOLBE, L. **Towards an Understanding of Hydrogen Supply Chains: A Structured Literature Review Regarding Sustainability Evaluation**. Sustainability. 13(21), 11652 (2021). DOI: 10.3390/su132111652.
- GANDIA, R., ANTONIALLI, F., NICOLAÏ, I., SUGANO, J., OLIVEIRA, J. & OLIVEIRA, I. **Casual Carpooling: A Strategy to Support Implementation of Mobility-as-a-Service in a Developing Country**. Sustainability. 13(5), 2774 (2021). DOI: 10.3390/su13052774.
- GARMAN, C., COMO, S., CAMPBELL, I. WISHART, J. C. **Micro-Mobility Vehicle Dynamics, and Rider Kinematics during Electric Scooter Riding**. SAE Technical Paper. EUA, 2020, <https://doi.org/10.4271/2020-01-0935>
- GOMEZ, J., GARCÍA, F. DIAS, F., CHANDRA, R., VASSALLO, J. **Adoption and frequency of use of ride-hailing services in a European city: The case of Madrid**. Transportation R. 131, 103359 (2021). DOI: 10.1016/j.trc.2021.103359
- GONÇALVES, D. BANDEIRA, R., COSTA, M., GOES, G., ASSIS, T., D'AGOSTO, M., ALMEIDA, I. & FREITAS, R. A **Multitier Approach to Estimating the Energy Efficiency of Urban Passenger Mobility**. Sustainability. 12(24), 10263 (2020).
- GONG, S., CHENG, V., ARDESHIRI, A., RASHIDI, T. **Incentives and concerns on vehicle-to-grid technology expressed by Australian employees and employers**. Transportation Research Part D: Transport and Environment. Volume 98, 2021.
- GONZÁLEZ, J., GOMEZ, J., VASSALLO, M. **Do urban parking restrictions and Low Emission Zones encourage a greener mobility?** Transportation Research Part D: Transport E. 107, 10319 (2022). DOI: 10.1016/j.trd.2022.103319.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Lei nº 13.798, de 09 de novembro de 2009. **Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas - PEMC**. São Paulo, 2009.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Lei nº 15.997, de 27 de maio de 2014. **Estabelece A Política Municipal De Incentivo ao Uso de Carros Elétricos ou Movidos a Hidrogênio, e dá Outras Providências.** São Paulo, 2014.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Lei nº 16.802, de 17 de janeiro de 2018. **Dispõe sobre o uso de fontes motrizes de energia menos poluentes e menos geradoras de gases do efeito estufa na frota de transporte coletivo urbano do Município de São Paulo e dá outras providências.** São Paulo, 2018.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM). **Pesquisa de Avaliação da Satisfação e dos Serviços Segundo a Opinião dos Passageiros dos Trens da CPTM.** São Paulo, 2022.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA). **Plano Estadual de Energia 2050. Sumária Executivo.** São Paulo, 2022.

GRYPARISA, E., PAPADOPOULOSA, P., LELIGOUB, H., PSOMOPOULOSA, C. **Electricity demand and carbon emission in power generation under high penetration of electric vehicles.** A European Union perspective. Energy Reports. 6, 475 - 486 (2020). DOI: 10.1016/j.egy.2020.09.025.

GUIDO, A., FILIPPO, G., VIOLA, F., GIGLIA, G., IMBURGIA, A., ROMANO, P., CASTIGLIA, V., PELLITTERI, F., SCHETTINO, G., MICELI, R. **Diferent Scenarios of Electric Mobility: Current Situation and Possible Future Developments of Fuel Cell in Italy.** Sustainability. 12(2), 564 (2020). DOI: 10.3390/su12020564.

GUZMAN, L., OVIEDO, D., ARELLANA, J., CANTILLO-GARCÍA, V. **Buying A Car And The Street: Transport Justice And Urban Space Distribution.** Transportation Research Part D. 95, 102860 (2021). DOI: 10.1016/j.trd.2021.102860.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Informações sobre o município de São Paulo.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama> Acesso em 09 de junho de 2021.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE (IEMA). **A Bicicleta e as Cidades. Como inserir a bicicleta na política de mobilidade urbana.** 2010.

INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO (ITDP BRASIL). **Estatísticas Nacionais e Políticas de Mobilidade Urbana.** Boletim #5. Brasil, 2019.

INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO (ITDP BRASIL). **Padrão de Qualidade BRT.** Brasil, 2016.

INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO (ITDP BRASIL). **Os ônibus elétricos estão chegando e podem tornar as nossas cidades mais sustentáveis.** 2020. Disponível em: <https://itdpbrasil.org/os-onibus-eletricos-estao-chegando-e-podem-tornar-as-nossas-cidades-mais-sustentaveis/> Acessado em 10 de maio de 2021.

INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO (ITDP BRASIL). **O que é micromobilidade?** Disponível em <https://itdpbrasil.org/infografico-o-que-e-micromobilidade/> Acesso em 17 de novembro de 2020.

- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). Energy Technology Policy. Global EV Outlook 2019 - **Scaling up the transition to electric mobility**. 2019.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Energy Technology Perspectives, 2020**. França, 2020a.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). Energy Technology Policy. Global EV Outlook 2019. **Energy Efficiency indicators: Highlights**. França, 2020b.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). Energy Technology Policy. Global EV Outlook **2021 - Accelerating Ambitions Despite the Pandemic**. França, 2021.
- IWAN, S., NÜRNBERG, M., JEDLINSKI, M., KIJEWKA, K. **Efficiency of light electric vehicles in last mile deliveries – Szczecin case study**. Sustainable Cities and Society. 74, 103167 (2021). DOI: 10.1016/j.scs.2021.103167.
- JIAO, L.; LUO, F.; WU, F.; ZHANG, Y.; HUO, X.; WU, Y. **Exploring the Interactive Coercing Relationship between Urban Rail Transit and the Ecological Environment**. Land 2022. <https://doi.org/10.3390/land11060836>.
- JUNIOR, L.C.A.S. – **Avaliação da expansão da micromobilidade em Belo Horizonte: diagnóstico das lacunas voltadas à mobilidade da cidade**. Tese. (Mestrado em Geotécnica e Transportes). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2020.
- JUNIOR, S., O., SOUZA, M., ALMEIDA, F. **Implementation of new technologies for reducing fuel consumption of automobiles in Brazil according to the Brazilian Vehicle Labelling Programme**. Energy. 233, 121432 (2021). DOI: 10.1016/j.energy.2021.121132.
- JUSTIN E. AGHEYISI. **Privileging commuters’ mobility in neighbourhood access: Analysis of tricycle taxi operations in Benin City, Nigeria**, Geoforum. 127, 104-115 (2021). DOI: 10.1016/j.geoforum.2021.10.004.
- KEMENDIKBUD - **SE Mendikbud: pembelajaran secara daring dan Bekerja dari rumah untuk mencegah penyebaran covid-19**, 2020. Disponível em: <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2020/03/se-mendikbud-pembelajaran-secara-daring-dan-bekerja-dari-rumah-untuk-mencegah-penyebaran-covid19>. Acesso em 06 de novembro de 2021.
- KESTER, J., SOVACOLB, B., RUBENSB, G., NOELC, L. **Novel or normal? Electric vehicles and the dialectic transition of Nordic automobility**. Energy Research & Social. 69, 101642 (2020). DOI: 10.1016/j.erss.2020.101642.
- KRAUSS, K., KRAIL, M., AXHAUSEN, K. **What drives the utility of shared transport services for urban travellers? A stated preference survey in German cities**. Travel Behaviour and Society, Volume 26, 2022.
- KRISHANKUMAR, R.; MISHRA, AR; CAVALLARO, F.; ZAVADSKAS, EK; ANTUCHEVIČIENĖ, J.; RAVICHANDRAN, KS **A New Approach to the Viable Ranking of Zero-Carbon Construction Materials with Generalized Fuzzy Information**. Sustainability. 2022 , 14 , 7691. <https://doi.org/10.3390/su1413769>.
- LABORATÓRIO DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL (LABMOB). Aliança Bike - Associação Brasileira do Setor de Bicicletas. **Economia da Bicicleta no Brasil**. 2018.

LABORATÓRIO DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL (LABMOB). **Lançamento: Plataforma MicromobilidadeBrasil.org**. Disponível em: <https://www.climaesociedade.org/post/lancamento-micromobilidadebrasil-org> Acesso em 06 de novembro de 2020.

LABORATÓRIO DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL (LABMOB). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto Clima e Sociedade. Instituto de Energia e Meio Ambiente. **Plataforma E-BUS RADAR**. 2021. Disponível em: <https://www.ebusradar.org/> Acessado em 15 de maio de 2021.

LAZZERONI, P., CAROLEO, B., ARNONE, M & BOTTA, C. **A Simplified Approach to Estimate EV Charging Demand in Urban Area: An Italian Case Study**. *Energies*. 14(20), 6697 (2021). DOI: 10.3390/en14206697.

LIMA, J.P.; ABITANTE, J.C.; DIAS PONS, N.A.; SENNE, C.M. **A spatial fuzzy multicriteria analysis of accessibility: A case study in Brazil**. *Sustainability* (Switzerland). 11(12), 3407 (2019). DOI: 10.3390/su11123407.

LOPES, F.F.K., SOUZA, C. J. **Definição de parâmetros para análise da qualidade de infraestrutura destinada aos transportes não motorizados**. 2018.

MACHADO, L. & L. PICCINI. **The challenges for the effective implementation of Urban mobility plans: A systematic review**. city. *Brazilian Journal of Urban Management*. (2018).

MALTESE, I., GATTA, V. & MARCUCCI, E. **Active Travel in Sustainable Urban Mobility Plans. An Italian overview**. *Research in Transportation Business & Management*. 40, 100621 (2021). DOI: 10.1016/j.rtbm.2021.100621

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5ª Ed. Atlas S.A. São Paulo, 2003.

MARTINS, T., LAGO, N., SANTANA, E., TELEA, A., KON F. & SOUZA, H. **Using bundling to visualize multivariate urban mobility structure patterns in the São Paulo Metropolitan Area**. *Martins et al. Journal of Internet Services and Applications*. 12, 1 – 32 (2021). DOI: 10.21203/rs.3.rs-101282/v1.

MAZOKHA, S., BAO, F., ZHAI, J., HALLSTROM, J. **MobIntel: Sensing and analytics infrastructure for urban mobility intelligence**. *Pervasive and Mobile Computing*, Volume 77, 2021.

MISKOLCZI, M. F. OLDES, D., MUNKÁCSY, A., JÁSZBERÉNYI, M. **Urban mobility scenarios until the 2030s**. *Sustainable Cities and Society*. 72, 103029 (2021). DOI: 10.1016/j.scs.2021.103029.

MOLINARES, D., ROMANILLOS, G., GARCÍA-PALOMARES, J., GUTIERREZ, J. **Exploring the spatio-temporal dynamics of moped-style scooter sharing services in urban areas**. *Journal of Transport Geography*. 96, 103193 (2021). DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2021.103193.

MOSCHOLIDOU, I., PANGBOURNE, K. **A preliminary assessment of regulatory efforts to steer smart mobility in London and Seattle**. *Transport Policy*. Volume 98, 2020.

MOURATIDIS, K., PAPAGIANNAKIS, A. **COVID-19, internet, and mobility: The rise of telework, telehealth, e-learning, and e-shopping**. *Sustainable Cities and Society*, Volume 74, 2021.

MUNHOZ, P., DIAS, F., CHINELLI, C., GUEDES, A., SANTOS, J., SILVA, W., SOARES, C. **Smart Mobility: The Main Drivers for Increasing the Intelligence of Urban Mobility.** Sustainability. 12(24), 10675 (2020). DOI: 10.3390/su122410675.

NADEEM, M.; AZAM, M.; ASIM, M.; AL-RASHID, M.A.; PUAN, O.C.; CAMPISI, T. **Does Bus Rapid Transit System (BRTS) Meet the Citizens' Mobility Needs? Evaluating Performance for the Case of Multan, Pakistan.** Sustainability 2021, 13, 7314. <https://doi.org/10.3390/su13137314>.

OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES COORDENAÇÃO NACIONAL (OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES). **Mapa da Motorização Individual no Brasil.** IPPUR - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional. Rio de Janeiro, 2019.

OESCHGERA, G., CARROLL, P., CAULFIELD, B. **Micromobility and public transport integration: The current state of knowledge.** Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102628>

OLIVEIRA, M.L. DE; ANDRADE MAIRINQUE, L. DE; SANTOS, J.B. DOS; LIMA, J.P. **Multivariate analysis of public transport quality: A case study in a medium-sized Brazilian city.** Production. 32, (2022). DOI: 10.1590/0103-6513.20210117.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Safe Micromobility.** Corporate Partnership Board. 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE - *WORLD HEALTH ORGANIZATION* (OMS). **Air pollution.** EUA, 2021. Disponível em: https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_2 Acessado em 12 de maio de 2021.

OSKARBSKI, J.; BIRR, K.; ŻARSKI, K. **Bicycle Traffic Model for Sustainable Urban Mobility Planning.** Energies 2021, 14, 5970. <https://doi.org/10.3390/en14185970>.

PAMUCAR, D., DEVECI, M., GOKASAR, I., IŞIK, M., ZIZOVIC, M. **Circular Economy Concepts In Urban Mobility Alternatives Using Integrated Dibr Method And Fuzzy Dombi Cocoso Model.** Journal of Cleaner Production. 323, 129096 (2021). DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.129096.

PASCOAL, T. E.; FURTADO, E. A.; FILHO, F. S. V. **Eletromobilidade no Brasil: Iniciativas, Oportunidades e Desafios.** 2018.

PLATAFORMA NACIONAL DE MOBILIDADE ELÉTRICA (PNME). **1º Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica.** Brasília e Rio de Janeiro, 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (CET).** Portal Educacional Interativo. Disponível em: <http://educacao.cetsp.com.br/>. Acesso em 11 de novembro de 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM).** Site oficial CPTM. Acesso em 11 de novembro de 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. Decreto N° 56.834, de 24 de fevereiro de 2016 - **Institui o Plano Municipal de Mobilidade Urbana de São Paulo – PlanMob/SP 2015.** São Paulo, 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. Decreto nº 56.981 de 10 de maio de 2016. **Dispõe sobre o uso intensivo do viário urbano municipal para exploração de atividade econômica privada de transporte individual remunerado de passageiros de utilidade pública, o serviço de carona solidária e o compartilhamento de veículos sem condutor.** São Paulo, 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. Decreto nº 57.889, de 21 de setembro de 2017. **Dispõe sobre o compartilhamento de bicicletas em vias e logradouros públicos do Município de São Paulo.** São Paulo, 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. Decreto nº 58.907, de 9 de agosto de 2019. **Regulamenta os serviços de compartilhamento de patinetes elétricas acionadas por meio de plataformas digitais.** São Paulo, 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. Decreto nº 59.755 de 14 de setembro de 2020. **Institui o regime permanente de teletrabalho nos órgãos da administração direta, autarquias e fundações do Município de São Paulo.** São Paulo, 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo S.A. (EMTU).** Disponível em: <https://www.emtu.sp.gov.br/>. Acesso em 01 de janeiro de 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Gestão Urbana de São Paulo.** Disponível em: <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/>. Acesso em 11 de novembro de 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. Lei nº 14.933, de 5 de JUNHO de 2009. **Institui a Política de Mudança do Clima no Município de São Paulo.** São Paulo, 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **PlanMob/SP 2015: Plano de Mobilidade de São Paulo. Secretaria Municipal de Transportes.** São Paulo, 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Plano Diretor de São Paulo: Revisão do PDE.** 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo. Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014.** São Paulo, 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Programa de Metas 2021-2024 - Versão Final participativa.** São Paulo, 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Relatório de Execução Anual 2022 - Programa de Metas 2021-2022.** São Paulo, 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Relatório de Execução Anual 2022 - Programa de Metas 2021-2022.** São Paulo, 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Site oficial da Prefeitura de São Paulo.** Disponível em: <https://www.capital.sp.gov.br/>. Acesso em 11 de janeiro de 2023.

PRESTES, O., ULTRAMARI, C., CAETANO, F. **Public transport innovation and transfer of BRT ideas: Curitiba, Brazil as reference model.** Case Studies on Transport Policy. 10(1), 700 – 709 (2022). DOI: 10.1016/j.cstp.2022.01.031.

- RAHMAN S., RATROUT N., D, ASSI K., AL-SGHAN I., GAZDER, U., REZA I. & RESHI, O. **Transformation of urban mobility during COVID-19 pandemic – Lessons for transportation planning**. Journal of Transport & Health. 23, 101257 (2021). DOI: 10.1016/j.jth.2021.101257.
- RAPA, M., GOBBI, L., RUGGIERI, R. **Environmental and Economic Sustainability of Electric Vehicles: Life Cycle Assessment and Life Cycle Costing Evaluation of Electricity Sources**. Energies, 2020.
- RIBEIRO, L. C. Q. (org.). OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES. **As Metr6poles e a Covid-19: Dossiê Nacional**. Instituto Nacional de Ci6ncia e Tecnologia. 1º. ed. Rio de Janeiro, 2020.
- SAATY, T. L. **How to make a decision: The analytic hierarchy process**. International Journal of Services Sciences, p. 83-98, 2008.
- SAATY, T. L. **How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process**. European Journal of Operational Research, v.48, p. 9-26, 1990.
- SAATY, T. L. **M6todo de An6lise Hier6rquica**. S6o Paulo: ed. McGrawHill, Makron, 1991.
- SAATY, T. L. **How to make a decision: The analytic hierarchy process**. Institute for Operations Research and the Management Sciences, p. 19-43, 1994.
- SANTOS, J., LIMA, J. **Quality of public transportation based on the multi-criteria approach and from the perspective of user's satisfaction level: A case study in a Brazilian city**. Case Studies on Transport Policy. 9(3), 1233 - 1244 (2021). DOI: 10.1016/j.cstp.2021.05.015.
- S6O PAULO TRANSPORTE S/A. (SPTRANS). **Relat6rio Integrado da Administra76o**. 2021.
- SECRETARIA DE ENERGIA DO ESTADO DE S6O PAULO. **Matriz Energ6tica do Estado de S6o Paulo 2035**. Sum6rio Executivo. 2011.
- SENNE, C., LIMA, J. & FAVARETTO. **An Index for the Sustainability of Integrated Urban Transport and Logistics: The Case Study of S6o Paulo**. Sustainability. 13(21), 12116 (2021). DOI: 10.3390/su132112116.
- SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho cient6fico**. 1ª Ed. Cortez Editora. S6o Paulo, 2013.
- SHAHGHOLI, T., SHEIKHAHMADI, A., KHAMFOROOSH, K. & AZIZI, S. **Lpwan-Based Hybrid Backhaul Communication For Intelligent Transportation Systems: Architecture and Performance Evaluation**. Journal on Wireless Com Network. 2021, 1 – 17 (2021). DOI: 10.1186/s13638-021-01918-2.
- SHARARI, M. **Assessing the public participation initiatives in the planning and delivery of the Amman Bus Rapid Transit project**. Case Studies on Transport Policy. 10(2), 1314 - 1324 (2022). DOI: 10.1016/j.cstp.2022.04.018
- SHEN W., XIAO W., WANG, X. **Passenger satisfaction evaluation model for Urban rail transit: A structural equation modeling based on partial least squares**. Transport Policy, Volume 46. Pages 20-31, 2016.
- SIERRA, A., GERCEK, C., GEURS, K., REINDERS, A. **Technical, Financial, and Environmental Feasibility Analysis of Photovoltaic EV Charging Stations With Energy Storage in China and the United States**. IEEE journal of photovoltaics. 10(6), 1892 - 1899 (2020). DOI: 10.1109/JPHOTOV.2020.3019955.

SINGH, R. P.; NACHTNEBEL, H. P. **Analytical hierarchy process (AHP) application for reinforcement of hydropower strategy in Nepal.** ScienceDirect. 2016.

SMITH J. **Introducing the French inventor of the electric car.** Disponível em: <https://www.connexionfrance.com/Mag/French-Facts/Introducing-the-French-inventor-of-the-electric-car>.

Acessado em 10 de maio de 2021.

STORCH, D., TIMME, M., SCHRÖDER, M. **Incentive transition to high ridesharing.** 12(1), 3003 (2021). DOI: 10.1038/s41467-021-23287-6.

SVENNEVIK, E. DIJK D., ARNFALK, P. **How do new mobility practices emerge? A comparative analysis of car-sharing in cities in Norway, Sweden and the Netherlands.** Energy Research & Social Science. 82, 102305 (2021). DOI: 10.1016/j.erss.2021.102305.

TEIXEIRA, J., SILVA C., MOURA E SÁ, F. **The motivations for using bike sharing during the COVID-19 pandemic: Insights from Lisbon.** Transportation Research Part F: Psychology and Behaviour. 82, 378 - 399 (2021). DOI: 10.1016/j.trf.2021.09.016.

TISCHER V.; POLETTE M. **Sistema de avaliação de cidades de referência em transportes e mobilidade urbana sustentável.** Open Access Creative Commons. São Paulo, 2019.

TONINI, N., CHAVES, G., CUNTO, F., RIBEIRO, G. **The dynamics of individual behaviour of mode choice: The impacts of selected Brazilian urban mobility Policy' instruments.** Case Studies on Transport Policy. 9(3), 1324 - 1335 (2021). DOI: 10.1016/j.cstp.2021.06.016.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: A pesquisa qualitativa em educação.** Pág: 12-172. Atlas. São Paulo, 1987.

TURO, K., KUBIK, A.& CHEN, F. **Electric Shared Mobility Services during the Pandemic: Modeling Aspects of Transportation.** Energies. 14(9), 2622 (2021). DOI: 10.3390/en14092622.

WAHID, M., BUDIMAN, B., JOELIANTO, E., MUHAMMAD, A. **A review of drivetrain technologies for passenger electric vehicles.** Energies. 14(20), 6742 (2021). DOI: 10.3390/en14206742.

WANG, Y., SARKIS, J. **EMERGING Digitalisation Technologies in Freight Transport and Logistics: Current Trends and future Directions.** Transportation Research Part E. 148, 102291 (2021). DOI: 10.1016/j.tre.2021.102291

WOŁEK, M., JAGIELŁO, A., WOLANSKI, M. **Multi-Criteria Analysis in the Decision-Making Process on the Electrification of Public Transport in Cities in Poland: A case study analysis.** Energies. 14(19), 6391 (2021). DOI: 10.3390/en14196391.

WORTMANN, C., SYRÉ, A., GRAHLE, A. & GÖHLICH, D. **Analysis of Electric Moped Scooter Sharing in Berlin.** A Technical, Economic and Environmental Perspective. 12(3), 96 (2021). DOI: 10.3390/wevj12030096.

ZAMASZ, T., STECHLY, J., KOMOROWSKA, A., KASZY, A. **The Impact of Fleet Electrification on Carbon Emissions: A Case Study from Poland.** Energies. 14(20), 6595 (2021). DOI: 10.3390/en14206595.

9 ANEXOS

ANEXO I: MATRIZES DO MODELO DE AVALIAÇÃO DE EEMU

Qual a importância relativa dos critérios abaixo para atingir a eficiência energética da mobilidade urbana?

	Eficiência Sistêmica	Eficiência das Viagens	Eficiência Veicular
Eficiência Sistêmica	1		
Eficiência das Viagens	#DIV/0!	1	
Eficiência Veicular	#DIV/0!	#DIV/0!	1
Grau de Inconsistência	#DIV/0!		#DIV/0!

Escala numérica
1 - Igual importância

3 - Linha pouco mais importante que Coluna
5 - Linha muito mais importante que Coluna
7 - Linha bastante mais importante que Coluna
9 - Linha extremamente mais importante que Coluna

1/3 - Coluna pouco mais importante que Linha
1/5 - Coluna muito mais importante que Linha
1/7 - Coluna bastante mais importante que Linha
1/9 - Coluna extremamente mais importante que Linha

Somente os campos em azul devem ser



CRITÉRIOS DE EFICIÊNCIA SISTÊMICA

Qual a importância relativa dos critérios abaixo na **eficiência sistêmica** que contribui a atingir a eficiência energética da mobilidade urbana?

	Planejamento para o Transporte Sustentável	Políticas Nacionais
Planejamento para o Transporte	1	
Políticas Públicas	#DIV/0!	1

Somente os campos em azul devem ser preenchidos.

Descrição dos critérios

Planejamento para o Transporte Sustentável	Está relacionado ao incentivo ao uso do Transporte Público Urbano (Projetos e Qualidade do transporte público) e as estratégias para reduzir o uso de transportes individuais (Homeoffice, restrições de tráfego e estacionamento).
Políticas Públicas	Está relacionado em atender as diretrizes contidas no Plano de mobilidade Urbana, Plano diretor (incentivos a edificação de usos mistos) e Lei de Uso e ocupação do solo (Acessibilidade e qualificação do ambiente).

Escala numérica
1 - Igual importância

3 - Linha pouco mais importante que Coluna
5 - Linha muito mais importante que Coluna
7 - Linha bastante mais importante que Coluna
9 - Linha extremamente mais importante que Coluna

1/3 - Coluna pouco mais importante que Linha
1/5 - Coluna muito mais importante que Linha
1/7 - Coluna bastante mais importante que Linha
1/9 - Coluna extremamente mais importante que Linha



EFICIÊNCIA SISTÊMICA: SUB-CRITÉRIOS DE PLANEJAMENTO PARA O TRANSPORTE SUSTENTÁVEL

Qual a importância relativa dos subcritérios abaixo no **Planejamento para o transporte sustentável** que contribuem para atingir a eficiência energética da mobilidade urbana?

	Incentivo ao uso do transporte coletivo	Estratégias para reduzir o uso de transporte individual
Incentivo ao uso do transporte coletivo	1	
Estratégias para reduzir o uso de transporte individual	#DIV/0!	1

Somente os campos em azul devem ser preenchidos.

Descrição dos sub-critérios referentes ao critério de Planejamento para o transporte sustentável

Incentivo ao uso do transporte coletivo	Refere-se à existência e a qualidade de projetos que promovam o aumento do uso do transporte coletivo (Qualidade, melhorias ou ampliação do sistema por ônibus).
Estratégias para reduzir o uso de transporte individual	Referem-se às iniciativas para promover a redução dos deslocamentos realizados com transporte individual (Incentivos e regulamentação do Teletrabalho, restrições de tráfego e estacionamento como pedágios e taxas).

Escala numérica
1 - Igual importância

3 - Linha pouco mais importante que Coluna
5 - Linha muito mais importante que Coluna
7 - Linha bastante mais importante que Coluna
9 - Linha extremamente mais importante que Coluna

1/3 - Coluna pouco mais importante que Linha
1/5 - Coluna muito mais importante que Linha
1/7 - Coluna bastante mais importante que Linha
1/9 - Coluna extremamente mais importante que Linha



EFICIÊNCIA SISTÊMICA: SUB-CRITÉRIOS DE ESTRATÉGIAS PARA EVITAR OU REDUZIR O USO DE TRANSPORTE INDIVIDUAL

Qual a importância relativa dos subcritérios abaixo nas **Estratégias para evitar ou reduzir o uso de transporte individual** que contribuem para atingir a eficiência energética da mobilidade urbana?

	Plano de Mobilidade Urbana	Plano Diretor	Lei de Uso e Ocupação do Solo
Plano de Mobilidade Urbana	1		
Plano Diretor	#DIV/0!	1	
Lei de Uso e Ocupação do Solo	#DIV/0!	#DIV/0!	1
Grau de Inconsistência	#DIV/0!		#DIV/0!

Somente os campos em azul devem ser preenchidos

Descrição dos sub-critérios referentes ao critério de Estratégias para evitar ou reduzir o uso de transporte individual

Plano de Mobilidade Urbana	Verifica a existência do plano de mobilidade no município, os incentivos aos modos ativos de transporte (bicicleta e andar a pé) e aos transportes coletivos.
Plano Diretor	Verifica no plano diretor a existência de propostas para a mobilidade sustentável e os incentivos para edificações de uso misto (residencial e outros usos).
Lei de Uso e Ocupação do Solo	Verifica a acessibilidade a equipamentos públicos pela proximidade em locais de alta vulnerabilidade e a qualificação do do espaço com foco no transporte coletivo.

Escala numérica 1 - Igual importância

3 - Linha pouco mais importante que Coluna
 5 - Linha muito mais importante que Coluna
 7 - Linha bastante mais importante que Coluna
 9 - Linha extremamente mais importante que Coluna

1/3 - Coluna pouco mais importante que Linha
 1/5 - Coluna muito mais importante que Linha
 1/7 - Coluna bastante mais importante que Linha
 1/9 - Coluna extremamente mais importante que Linha



CRITÉRIOS DE EFICIÊNCIA DAS VIAGENS

Qual a importância relativa dos critérios abaixo na **eficiência das viagens** que contribuem para atingir a eficiência energética da mobilidade urbana?

	Transporte Ativo e Micromobilidade	Sistemas Integrados de Mobilidade de Transporte	Transporte Público Hidroviário
Transporte Ativo e Micromobilidade	1		
Sistemas Integrados de Mobilidade de Transporte	#DIV/0!	1	
Transporte Público Hidroviário	#DIV/0!	#DIV/0!	1
Grau de Inconsistência	#DIV/0!		#DIV/0!

Somente os campos em azul devem ser preenchidos.

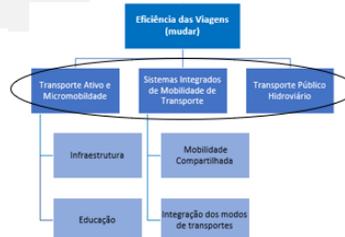
Descrição dos critérios

Transporte Ativo e Micromobilidade	<p>Avalia a Infraestrutura de calçadas, cicloviárias e para a micromobilidade e as campanhas de incentivos a esses modos de transporte</p> <p>Micromobilidade</p> <ul style="list-style-type: none"> Leves, de propulsão humana ou elétricos Particulares ou compartilhados De velocidade baixa (até 25 km/h) ou moderada (até 45 km/h)
Sistemas Integrados de Transporte	Avalia a existência de projetos de mobilidade compartilhada (compartilhamento de bicicletas e/ou de viagens) e integração dos modos de transporte (ex. transporte coletivo com a micromobilidade).
Transporte Público Hidroviário	Avalia a existência de iniciativas para o incentivo do uso do Transporte Público Hidroviário.

Escala numérica 1 - Igual importância

3 - Linha pouco mais importante que Coluna
 5 - Linha muito mais importante que Coluna
 7 - Linha bastante mais importante que Coluna
 9 - Linha extremamente mais importante que Coluna

1/3 - Coluna pouco mais importante que Linha
 1/5 - Coluna muito mais importante que Linha
 1/7 - Coluna bastante mais importante que Linha
 1/9 - Coluna extremamente mais importante que Linha



EFICIÊNCIA DAS VIAGENS: SUB-CRITÉRIOS PARA OS TRANSPORTES ATIVOS E MICROMOBILIDADE

Qual a importância relativa dos subcritérios abaixo para os **Transportes ativos e Micromobilidade** que contribuem para atingir a eficiência energética da mobilidade urbana?

	Infraestrutura	Educação
Infraestrutura	1	
Educação	#DIV/0!	1

Somente os campos em azul devem ser preenchidos.

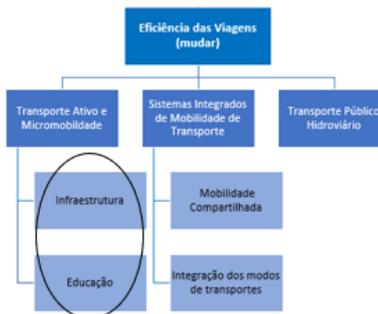
Descrição dos sub-critérios referentes ao critério de Transportes ativos e Micromobilidade

Infraestrutura	Verifica a existência de projetos para melhorar a caminhabilidade das calçadas, cicloviárias e para a micromobilidade.
Educação	Campanhas de incentivos aos modos ativos e micromobilidade que visam aumentar a participação do modo e desencorajar o uso de veículos particulares e motorizados. Esse critério verifica a existência de campanhas educativas, eventos de divulgação da eletromobilidade e existência de campanhas com diretrizes do Acordo de Paris (compromisso mundial para redução das emissões de poluentes).

Escala numérica

3 - Linha pouco mais importante que Coluna
 5 - Linha muito mais importante que Coluna
 7 - Linha bastante mais importante que Coluna

1/3 - Coluna pouco mais importante que Linha
 1/5 - Coluna muito mais importante que Linha
 1/7 - Coluna bastante mais importante que Linha



EFICIÊNCIA DAS VIAGENS: SUBCRITÉRIOS ABAIXO PARA OS SISTEMAS INTEGRADOS DE TRANSPORTE

Qual a importância relativa dos subcritérios abaixo para os **Sistemas Integrados de Transporte** que contribuem para atingir a eficiência energética da mobilidade urbana?

	Mobilidade Compartilhada	Integração dos modos de transportes
Mobilidade Compartilhada	1	
Integração dos modos de transportes	#DIV/0!	1

Somente os campos em azul devem ser preenchidos.

Escala numérica
1 - Igual importância

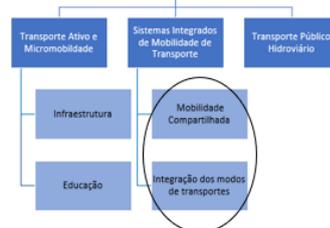
- 3 - Linha pouco mais importante que Coluna
- 5 - Linha muito mais importante que Coluna
- 7 - Linha bastante mais importante que Coluna
- 9 - Linha extremamente mais importante que Coluna
- 1/3 - Coluna pouco mais importante que Linha
- 1/5 - Coluna muito mais importante que Linha
- 1/7 - Coluna bastante mais importante que Linha
- 1/9 - Coluna extremamente mais importante que Linha



o dos sub-critérios referentes ao critério de **Sistemas Integrados de Transporte**

Mobilidade Compartilhada	<p>Analisa a existência de projetos de compartilhamento de patinetes, scooters e bicicletas e de viagens em outros veículos:</p>
Integração dos modos de transportes	<p>Avalia a integração de várias formas de transporte em um único serviço de mobilidade, na forma de tarifa, cartão único, etc, criando uma gama de serviços para os usuários.</p>

Eficiência das Viagens (mudar)



CRITÉRIOS DE EFICIÊNCIA DAS VIAGENS

Qual a importância relativa dos critérios abaixo na **eficiência veicular** que contribuem para atingir a eficiência energética da mobilidade urbana?

	Eletromobilidade	Transporte 4.0
Sistema de acionamento veicular	1	
Transporte 4.0	#DIV/0!	1

Somente os campos em azul devem ser preenchidos.

Escala numérica
1 - Igual importância

- 3 - Linha pouco mais importante que Coluna
- 5 - Linha muito mais importante que Coluna
- 7 - Linha bastante mais importante que Coluna
- 9 - Linha extremamente mais importante que Coluna
- 1/3 - Coluna pouco mais importante que Linha
- 1/5 - Coluna muito mais importante que Linha
- 1/7 - Coluna bastante mais importante que Linha
- 1/9 - Coluna extremamente mais importante que Linha



Descrição dos critérios

Sistemas de acionamento veicular	O sistema de acionamento veicular refere-se ao conjunto de alimentação, armazenamento de energia, conversão mecânica e transmissão para as rodas e artilho de rodagem.
Transporte 4.0	Sistema inteligente de transportes que está relacionado com tecnologias inovadoras que proporcionam automação, conectividade e uso de combustíveis renováveis.

Eficiência Veicular (melhorar)



EFICIÊNCIA DAS VIAGENS: SUBCRITÉRIOS ABAIXO PARA O SISTEMA DE ACIONAMENTO VEICULAR

Qual a importância relativa dos subcritérios abaixo para o **Sistema de acionamento veicular**, que contribuem para atingir a eficiência energética da mobilidade urbana?

	Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)	Eletrificacão no Transporte
Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)	1	
Eletrificacão no Transporte	#DIV/0!	1

Somente os campos em azul devem ser preenchidos.

Escala numérica

- 3 - Linha pouco mais importante que Coluna
- 5 - Linha muito mais importante que Coluna
- 7 - Linha bastante mais importante que Coluna
- 1/3 - Coluna pouco mais importante que Linha
- 1/5 - Coluna muito mais importante que Linha
- 1/7 - Coluna bastante mais importante que Linha



Descrição dos subcritérios referentes ao critério de sistema de acionamento veicular

Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)	Avalia a adesão ao Programa Brasileiro de Etiquetagem veicular e de pneus, informando o grau de eficiência energética de cada veículo e de cada pneu.
Eletrificacão no Transporte	Avalia a existência e usos de veículos elétricos, abrangendo ônibus, automóveis e a existência de postos de recarga.

Eficiência Veicular (melhorar)

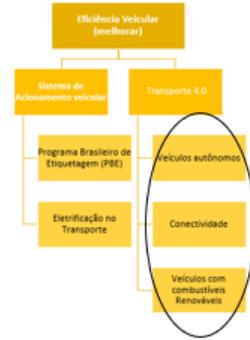


EFICIÊNCIA DAS VIAGENS: SUBCRITÉRIOS ABAIXO PARA O TRANSPORTE 4.0			
Qual a importância relativa dos subcritérios abaixo para Transporte 4.0 que contribuem para atingir a eficiência energética da mobilidade urbana?			
	Carros autônomos	Conectividade entre os veículos	Veículos com combustíveis Renováveis
Carros autônomos	1		
Conectividade entre os veículos	#DIV/0!	1	
Veículos com combustíveis renováveis	#DIV/0!	#DIV/0!	1
Grau de Inconsistência	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Somente os campos em azul devem ser preenchidos.

Descrição dos sub-critérios referentes ao critério de Transporte 4.0

Carros autônomos	Avalia a existência de projetos que utilizam a tecnologia dos veículos autônomos (que não dependem da intervenção humana).
Conectividade entre os veículos	Avalia a existência de programas de veículos que utilizam a tecnologia da comunicação entre veículos, infraestrutura do sistema de transporte e outros usuários.
Veículos com combustíveis renováveis	Avalia a existência de políticas/projetos que incentivem o uso de combustíveis que usam como matéria-prima elementos renováveis da natureza, como etanol, biodiesel e hidrogênio verde.



ANEXO II: INSTRUÇÕES PARA O PREENCHIMENTO DO MODELO DE EEMU

Modelo de Avaliação de Eficiência Energética para Mobilidade Urbana (EEMU)

UMA BREVE INTRODUÇÃO SOBRE O TEMA



O tema mobilidade urbana é bastante amplo quando se discute o desenvolvimento urbano e a qualidade de vida da população, e um dos desafios primordiais que as cidades têm enfrentado é a melhoria dessas condições. O setor de transportes é um dos principais consumidores de energia produzida no mundo, responsável por 40% das emissões globais. Nesse contexto, o objetivo geral deste trabalho é desenvolver um **modelo de avaliação e Identificar Iniciativas de eficiência energética para a mobilidade urbana (EEMU)**, considerando a **metodologia ASI - (Avoid-Shift-Improve)** – Evitar, Mudar e Melhorar/Otimizar. A metodologia ASI permite incrementar a eficiência energética em transporte por meio de três pilares: a **eficiência sistêmica**, a **eficiência das viagens** e a **eficiência veicular**.

A Metodologia ASI direciona ações de eficiência energética no transporte por meio de três estratégias:



Modelo de Avaliação de Eficiência Energética para Mobilidade Urbana (EEMU)

METODOLOGIA DA PESQUISA



O Modelo EEMU reúne iniciativas por meio de um objetivo em comum, unificando as dimensões ambiental, econômica e social, que compõe uma estrutura hierárquica. As Linhas de Ações são descritas por meio dos pilares apresentados, bem como as medidas a serem tomadas para a execução de cada iniciativa/política, que envolve indicações de melhorias de infraestrutura, incentivos fiscais, acessibilidade física e novas tendências para o transporte público urbano. Após a conclusão, o modelo de avaliação será aplicado em São Paulo/SP para avaliar quais são as condições atuais de Eficiência Energética para a mobilidade urbana.

A elaboração do modelo de avaliação foi desenvolvida por meio da metodologia de análise de decisão multicritério, e posterior aplicação da **Analytic Hierarchy Process (AHP)**.

Estruturação para definição dos Processos do modelo EEMU



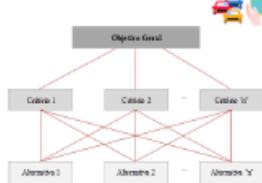
A AHP (processo de ordenação) avaliará qual dos três pilares têm seu peso maior para melhorar a eficiência energética no transporte, bem como os critérios e subcritérios de cada estratégia.



Modelo de Avaliação de Eficiência Energética para Mobilidade Urbana (EEMU)

A IMPORTÂNCIA DA AHP

AHP fornece a **matemática objetiva** para processar a **tomar uma decisão**. Com utilização do método AHP é desenvolvido prioridades para **alternativas** e os **critérios** usados para **julgar as alternativas**.



A AHP é baseado em 2 princípios:

- O primeiro é a **comparação recíproca**, que é a ferramenta básica para fazer **comparações em pares**.

	Critério 1	Critério 2	Critério 3
Critério 1	1	a_{12}	a_{13}
Critério 2	$1/a_{12}$	1	a_{23}
Critério 3	$1/a_{13}$	$1/a_{23}$	1

- O segundo refere-se nos elementos que estão sendo comparados e não devem diferir muito, caso contrário, poderá haver **erros de julgamento** maiores. Essa comparação é baseada na **escala Saaty**, apresentada abaixo.

Escala fundamental de Saaty		
Intensidade de importância (escala absoluta)	Definição	Explicação
1	Igual importância	As duas atividades contribuem da mesma maneira para o objetivo
3	Pouco mais importante	Uma atividade é ligeiramente mais importante que a outra
5	Muito mais importante	Uma atividade é mais importante que a outra
7	Bastante mais importante	Uma atividade é muito mais importante que a outra
9	Extremamente mais importante	Uma atividade é extremamente mais importante que a outra
2, 4, 6 e 8	Para relação entre os valores acima	Quando uma atividade é um pouco mais importante que a outra e fica entre dois níveis de importância

PREENCHIMENTO DA PLANILHA

É IMPORTANTE SEGUIR TODAS AS INSTRUÇÕES ABAIXO

Instrução 5:

Se a **Eficiência Sistêmica** (linha) for "Pouco mais importante" (correspondendo ao valor 3 da escala numérica) em relação à **Eficiência das Viagens** (coluna), o valor da célula será igual a 3.

Qual a importância relativa dos critérios abaixo para atingir a eficiência energética da mobilidade urbana?			
	Eficiência Sistêmica	Eficiência das Viagens	Eficiência Veicular
Eficiência Sistêmica	1	3	1/3
Eficiência das Viagens	1/3	1	1/7
Eficiência Veicular	3	7	1

Instrução 6:

Após a finalização do preenchimento da planilha, peça, por gentileza, que envie o resultado para o e-mail abaixo:

Quando o valor for inferior a 0,1 aparecerá a mensagem **Julgamentos consistentes**, que significa a finalização da fase do processo de avaliação.

Caso o Grau de Inconsistência seja superior a 0,1, aparecerá a mensagem **Revise seus julgamentos**. Deste modo, refaça seus julgamentos para que esse valor seja inferior a 0,1.

	Eficiência Sistêmica	Eficiência das Viagens	Eficiência Veicular
Eficiência Sistêmica	1	3	1/3
Eficiência das Viagens	1/3	1	1/7
Eficiência Veicular	3	7	1
Grau de inconsistência	0,05048	Julgamentos consistentes	

	Eficiência Sistêmica	Eficiência das Viagens	Eficiência Veicular
Eficiência Sistêmica	1	5	1/5
Eficiência das Viagens	1/5	1	1/7
Eficiência Veicular	5	7	1
Grau de inconsistência	0,058735	Revise seus julgamentos	

CONCLUSÃO DE PREENCHIMENTO:

Após a finalização do preenchimento da planilha, peça, por gentileza, que envie o resultado para o e-mail abaixo:

➔➔➔ sara.lorenzo@unifei.edu.br

Agradeço a sua colaboração no desenvolvimento do Modelo de avaliação de Eficiência Energética para Mobilidade Urbana. A sua análise é de suma importância!

PREENCHIMENTO DA PLANILHA

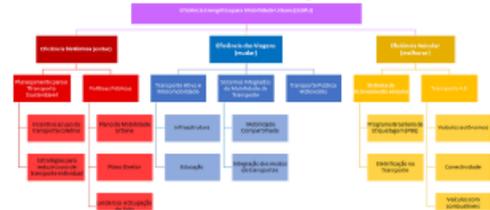
É IMPORTANTE SEGUIR TODAS AS INSTRUÇÕES ABAIXO

Instrução 1:

É necessário o **preenchimento de todas as abas**, que totalizam em 10 matrizes de análises de comparação.

1 - Matriz Família

- 2 - Critérios de Eficiência Sistêmica
- 3 - Subcritérios de Eficiência Sistêmica
- 4 - Subcritérios de Eficiência Sistêmica
- 5 - Critérios de Eficiência das Viagens
- 6 - Subcritérios de Eficiência das Viagens
- 7 - Subcritérios de Eficiência das Viagens
- 8 - Critérios de Eficiência Veicular
- 9 - Subcritérios de Eficiência Veicular
- 10 - Subcritérios de Eficiência Veicular



Instrução 2:

Para a importância relativa dos critérios abaixo para atingir a eficiência energética da mobilidade urbana?

	Eficiência Sistêmica	Eficiência das Viagens	Eficiência Veicular
Eficiência Sistêmica	1	3	1/3
Eficiência das Viagens	1/3	1	1/7
Eficiência Veicular	3	7	1

Instrução 3:

Não é necessário preencher os campos destacados em CINZA, uma vez que estes campos são preenchidos automaticamente quando inseridos os valores das células AZUIS.

Instrução 4:

Após a finalização do preenchimento da planilha, peça, por gentileza, que envie o resultado para o e-mail abaixo:

	Eficiência Sistêmica	Eficiência das Viagens	Eficiência Veicular
Eficiência Sistêmica	1	3	1/3
Eficiência das Viagens	1/3	1	1/7
Eficiência Veicular	3	7	1