



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia - FAENG



LARISSA BOZELLI VIEIRA

**MICROMOBILIDADE URBANA EFICIENTE PARA
VEÍCULOS ELÉTRICOS SUPERLEVES EM VIAS
CALMAS: UMA PROPOSTA PARA CAMPO GRANDE-MS**

Campo Grande, MS.

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIAS E ARQUITETURA E URBANISMO E
GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS

LARISSA BOZELLI VIEIRA

**MICROMOBILIDADE URBANA EFICIENTE PARA
VEÍCULOS ELÉTRICOS SUPERLEVES EM VIAS
CALMAS: UMA PROPOSTA PARA CAMPO GRANDE-MS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul como requisito parcial a obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais. (Área de concentração: Ciências ambientais)

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Meira de Vasconcelos.

Aprovada em: 18/09/2023

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alexandre Meira de Vasconcelos.
Orientador PGRN-FAENG

Prof. Dr. Daniel Anijar de Matos
Coorientador FAENG-UFMS

Prof.^a Dr.^a Eliane Guaraldo
PGRN-FAENG

Prof. Dr. José Carlos de Jesus Lopes
ESAN-UFMS

**Campo Grande, MS.
2023**

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus em primeiro lugar, que me confortou, guiou e me deu forças para concluir esse projeto.

Ao professor Dr. Alexandre, meu orientador, por me orientar pacientemente e contribuir demasiadamente com meu progresso acadêmico. Um professor exemplar com uma paixão incansável por ensinar.

Aos demais professores e pesquisadores do programa, que com muito empenho, carinho e dedicação fazem esse curso interessante e estimulante aos alunos e contribuem de forma singular a nossa formação profissional.

À minha mãe e irmã, por sempre me encorajarem a busca contínua de conhecimento e aprimoramento pessoal e profissional, auxiliarem nos desafios enfrentados e principalmente incentivarem a não desistir.

Ao meu marido, por todo apoio e companheirismo diários ao longo desta jornada.

Aos meus colaboradores e clientes, que por vezes compreenderam minha ausência durante a desenvoltura deste trabalho.

Aos meus colegas de mestrado Gustavo, Karine e Ana, por estarem sempre presentes me ajudando nessa caminhada.

A todos que de alguma forma contribuíram na minha formação até aqui.

RESUMO

O aumento exponencial de deslocamentos nos centros urbanos elevou os índices de poluição ambiental e gerou grandes impactos na mobilidade urbana. Como solução inovadora de transporte urbano, com objetivo de fornecer opções de viagens sustentáveis de curta distância, tem-se a micromobilidade. A micromobilidade consiste em um padrão alternativo de veículos e novas categorias de sistemas e serviços direcionados para veículos leves, movidos por motor elétrico e destinados ao transporte urbano. O objetivo deste trabalho é propor diretrizes para projetos de micromobilidade urbana para veículos elétricos superleves em vias calmas. A análise do referencial teórico se baseou em artigos sobre micromobilidade, desenvolvimento sustentável das cidades e aos veículos de transporte obtidos através da base de dados *Scopus* e contou com o auxílio do *software* Iramuteq. Este, por sua vez, gerou produtos como: Nuvem de Palavras; Análise de Similitude; Classificação Hierárquica Descendente e Análise Fatorial de Correspondência. Este conjunto de produtos possibilitou uma melhor organização do conteúdo do referencial teórico. O *software* agrupou o conteúdo em duas grandes categorias nomeadas com base nos conteúdos manifestos pelos autores como Eletromobilidade e Mobilidade Urbana Sustentável, e cinco classes de segmentos de textos distintas: Operacionalização; Inovação para a última milha; Transporte Inteligente; Políticas Públicas e Mobilidade Sustentável. Essa análise de conteúdo presente no referencial teórico somado a regulamentações do Brasil e do mundo fundamentou a construção do instrumento de pesquisa e a formulação de diretrizes teóricas para implantação de veículos elétricos superleves na micromobilidade urbana. Foram elaboradas 48 diretrizes e estas foram submetidas a um processo de validação por especialistas ligados as áreas de engenharia civil e arquitetura e urbanismo através de um formulário *online*. O formulário contou com uma escala Likert 5 pontos para avaliação de cada diretriz proposta. Como resultado, 40 diretrizes foram aprovadas e 8 foram tidas como não relevantes. Dentre as diretrizes aprovadas, destaca-se que 10 diretrizes obtiveram aprovação máxima, sendo validadas por todos os especialistas consultados. Posteriormente, a fim de exemplificar a aplicação das diretrizes validadas em um espaço urbano, escolheu-se a rua 14 de Julho, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil, para análise em seu trecho tido como via calma. Foi verificado que, embora o trecho em análise não possua eletropostos de recarga, é um local com amplo potencial para implantação de veículos elétricos superleves, principalmente devido a possível

conectividade com transporte público e outros diferentes meios de transporte como caminhada, bicicletas, táxis, mototáxis e veículos particulares. Tal possibilidade de articulação desses modais vai de encontro com as diretrizes propostas também nas legislações municipais existentes, ao ser uma alternativa de transporte sustentável e que pode contribuir com a acessibilidade para região em análise, principalmente se tratando no trecho de última milha na rua 14 de Julho.

Palavras-chave: Micromobilidade. Sustentabilidade. Cidades Inteligentes. Cidades Sustentáveis. Última milha.

ABSTRACT

The exponential increase in travel in urban centers has increased environmental pollution rates and generated major impacts on urban mobility. As an innovative urban transport solution, with the aim of providing sustainable short-distance travel options, we have micromobility. Micromobility consists of an alternative vehicle pattern and new categories of systems and services aimed at light vehicles, powered by an electric engine and intended for urban transport. The objective of this work is to propose guidelines for urban micromobility projects for superlight electric vehicles on quiet roads. The analysis of the theoretical framework was based on articles on micromobility, sustainable development of cities and transport vehicles obtained through the Scopus database and with the help of the Iramuteq software. This, in turn, generated products such as: Word Cloud; Similarity Analysis; Descending Hierarchical Classification and Factor Correspondence Analysis. This set of products made it possible to better organize the content of the theoretical framework. The software grouped the content into two large categories named based on the content expressed by the authors, such as Electromobility and Sustainable Urban Mobility, and five distinct classes of text segments: Operationalization; Innovation for the last mile; Intelligent Transport; Public Policies and Sustainable Mobility. This content analysis present in the theoretical framework added to regulations in Brazil and around the world supported the construction of the research instrument and the formulation of theoretical guidelines for the implementation of superlight electric vehicles in urban micromobility. 48 guidelines were created and these were subjected to a validation process by experts linked to the areas of civil engineering, architecture and urbanism through an online form. The form included a 5-point Likert scale for evaluating each proposed guideline. As a result, 40 guidelines were approved

and 8 were considered not relevant. Among the approved guidelines, it is worth highlighting that 10 guidelines obtained maximum approval, being validated by all the experts consulted. Subsequently, in order to exemplify the application of the validated guidelines in an urban space, rua 14 de Julho, in Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil, was chosen for analysis in its section considered a calm road. It was found that, although the section under analysis does not have charging stations, it is a place with broad potential for the deployment of super-light electric vehicles, mainly due to possible connectivity with public transport and other different means of transport such as walking, bicycles, taxis, motorcycle taxis and private vehicles. This possibility of articulating these modes is in line with the guidelines also proposed in existing municipal legislation, as it is a sustainable transport alternative that can contribute to accessibility for the region under analysis, especially when dealing with the last mile stretch on rua 14 de Julho.

Keywords: Micromobility. Sustainability. Smart Cities. Sustainable Cities. Last mile.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	7
1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 OBJETIVO GERAL	22
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
2.1 SELEÇÃO DE PORTIFÓLIO	23
2.2 ESTUDO BIBLIOMÉTRICO	27
2.3 ANÁLISE DE CONTEÚDO DO REFERENCIAL TEÓRICO.....	30
2.3.1 Nuvem de Palavras	30
2.3.2 Análise de Similitude	32
2.3.3 Classificação Hierárquica Descendente.....	34
2.3.3.1 Operacionalização	36
2.3.3.2 Inovação para última milha	37
2.3.3.3 Transportes Inteligentes	38
2.3.3.4 Políticas Públicas	39
2.3.3.5 Mobilidade Sustentável	41
2.3.4 Análise Fatorial de Correspondência.....	42
2.3.5 Vias Calmas.....	47
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	50
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	50
3.2 ETAPAS DA PESQUISA	50
3.3 CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO DE PESQUISA	51
3.4 VALIDADE DE CONTEÚDO	54
3.5 ÁREA DE APLICAÇÃO DO ESTUDO	56
3.6 MATRIZ DE AMARRAÇÃO	63
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	64

4.1	VALIDAÇÃO DAS DIRETRIZES	64
4.2	DIAGNÓSTICO SOBRE O POTENCIAL DE APLICAÇÃO DAS DIRETRIZES EM ESPAÇO URBANO	67
4.2.1	A implantação dos veículos elétricos superleves deve ser realizada de modo que reforce a sensação de conforto, segurança e proteção também para os pedestres. 68	
4.2.2	Os veículos elétricos superleves constituem uma proposta inovadora para mobilidade e entrega, sendo adequados para áreas urbanas.....	69
4.2.3	Devem ser tomadas decisões acerca do número, tipo (troca de bateria ou de carregamento lento e/ou rápido), localização e capacidade das estações de recargas dos veículos elétricos.....	69
4.2.4	O posicionamento estratégico e o provisionamento de capacidade de redes de recarga devem ser compatíveis com a crescente demanda dos próximos anos, visto que a implantação de estações de recarga é um projeto caro.....	70
4.2.5	A distribuição das estações de carregamento deve ser realizada de modo inteligente.	70
4.2.6	Realizar um planejamento inteligente de rotas, levando em consideração variáveis como distância a ser percorrida, seguro no trajeto e intermodalidade no transporte, pode contribuir para atingir uma mobilidade sustentável.....	71
4.2.7	Para que haja mais espaço para alternativas sustentáveis de viagem nas cidades, é necessária uma maior integração com caminhada, bicicleta e transporte público. 71	
4.2.8	As estações de veículos elétricos superleves podem ser interligadas a terminação de algumas linhas de transporte público, criando mais possibilidades de intercâmbio entre modais.	73
4.2.9	Os planos de mobilidade urbana sustentável devem considerar qualidade de vida dos cidadãos, impactos a curto e a longo prazo, grupos afetados e cultura social onde cada medida é aplicada.	76
4.2.10	A implantação de uma infraestrutura de micromobilidade urbana deve garantir integração entre modais e segurança no trajeto.....	77

4.2.11 A troca e recarga de bateria e a distância diária de condução e autonomia de bateria são fatores determinantes para necessidade de infraestruturas de recarga.

78

4.2.12 As estações de carregamento também deverão ser inteligentes, isso poderá ser feito através da interação dos veículos elétricos com o consumo de eletricidade.

79

4.2.13 Além do uso de veículos elétricos, fatores como o monitoramento do fluxo de tráfego, ajudariam a garantir um sistema de transporte livre da poluição do ar nas cidades inteligentes..... 80

4.2.14 Generalizando a coleta de informações desses veículos, uma infinidade de novos serviços na área de eficiência de tráfego, preservação ambiental e bem-estar do cidadão pode ser alimentada com dados coletados em cenários de Internet de Veículos (IoV). 81

4.2.15 Os sistemas de transporte inteligentes podem ser baseados em infraestrutura ou veículos inteligentes ou uma combinação de ambos. 82

4.2.16 As tarifas de transporte público devem incluir a adoção de um cartão único de usuário para todos os serviços de transporte, incluindo compartilhamento de bicicletas e carros. 83

4.2.17 A micromobilidade urbana deve garantir eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana. 84

4.2.18 As tarifas dos veículos elétricos superleves devem promover a equidade no acesso aos serviços. 85

4.2.19 O uso dos veículos superleves para o transporte de última milha contribui também para melhora da logística da cidade..... 85

4.2.20 Deverá ser garantido a integração dos meios de transporte público (no caso, ônibus e veículos elétricos superleves) na região central. 86

4.2.21 A circulação na região central de Campo Grande (MS) deve priorizar meios de transporte alternativos e sustentáveis, que garantam não somente melhoria ambiental com meios de transporte não motorizados e/ou com motores híbridos (plug-in ou não) e elétricos, mas que também o fácil acesso aos espaços urbanos por pessoas com mobilidade reduzida, gestantes e idosos..... 86

4.2.22	Os eletropostos de recarga poderão funcionar também como suporte para anúncios comerciais e/ou informativos desde que tenham autorização da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Gestão Urbana (Semadur).	87
4.2.23	Os preços cobrados aos utilizadores dos veículos elétricos nos pontos de carregamento de acesso público devem ser razoáveis, fácil e claramente comparáveis, transparentes e não discriminatórios.	87
4.2.24	Os pontos de carregamento dos veículos elétricos instalados num local de domínio público com acesso a uma via pública ou equiparada, ou em local privado que permita o acesso do público em geral devem ser de acesso público.	88
4.2.25	As entidades responsáveis pela aprovação das instalações elétricas de pontos de carregamento devem realizar inspeções periódicas aos pontos de carregamento explorados por cada operador.	89
4.2.26	Os eletropostos, se técnica e financeiramente razoável, deverão utilizar sistemas de contadores inteligentes, a fim de permitir um tratamento seguro e flexível dos dados e de contribuir para a estabilidade da rede elétrica graças ao carregamento das baterias a partir da rede em períodos de escassa procura geral de eletricidade.	89
4.2.27	A existência de bicicletários nos pontos de embarque e desembarque dos veículos elétricos promovem uma maior integração entre modais.....	90
4.2.28	As atuais tecnologias de interface de carregamento dos veículos elétricos incluem ligações por cabo, mas deverão ser igualmente tidas em conta as futuras tecnologias de interface, como o carregamento sem fios ou a troca de baterias. ...	91
4.2.29	Os veículos elétricos superleves devem ser projetados de modo a facilitar o carregamento e descarregamento de mercadorias.	92
4.2.30	O carregamento dos veículos elétricos deverá evitar ser realizado nos horários de pico da energia elétrica e ser realizado preferencialmente quando há um pico da produção solar.....	92
4.2.31	Deve ser realizado um planejamento de rota, considerando as especificidades dos veículos elétricos, para que haja uma boa transição dos veículos movidos a motores a combustão por aqueles movidos por motores elétricos.....	94

4.2.32	A utilização da Internet das Coisas no gerenciamento de tráfego ajuda a reduzir efetivamente quaisquer problemas repentinos de tráfego e aumenta a eficiência do transporte.....	95
4.2.33	Deve-se aumentar as capacidades de mobilidade elétrica da cidade e instalar várias estações de recarga convenientemente localizadas para veículos particulares, além de aumentar a capacidade de compartilhamento de carros com veículos elétricos.....	96
4.2.34	A demanda dos veículos elétricos superleves será atendida se considerar as necessidades dos usuários considerando viagem pré-definida, caracterizando distância e horários fixos.	97
4.2.35	É interessante que os veículos elétricos superleves façam uma interface com um subsistema de monitoramento ambiental e transmita os dados adquiridos.	98
4.2.36	Os serviços públicos locais e as concessionárias são os atores mais importantes na construção de infraestruturas de estações de carregamento públicas e criação de condições para disseminação de carros elétricos.	99
4.2.37	O trânsito dos veículos elétricos superleves deverá ocorrer nas faixas de rolamento, não necessariamente exclusivas, visto o conceito de vias calmas implementado na região, e não deverá ocorrer sobre passeios, calçadas ou acostamentos.....	99
4.2.38	É permitida a recarga de veículos elétricos que não sejam do titular da unidade consumidora em que se encontra a estação de recarga, inclusive para fins de exploração comercial a preços livremente negociados.....	101
4.2.39	Pontos estratégicos para instalação dos eletropostos de recarga seriam nos próprios locais de embarque e desembarque de passageiros, como próximos a estações de ônibus.	101
4.2.40	É permitido o tráfego dos veículos elétricos superleves em vias com velocidade máxima permitida de até 40km/h.	102
4.2.41	Considerações Complementares.....	102
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	105
6	REFERÊNCIAS	107

APÊNDICE A – DIRETRIZES TEÓRICAS PARA PROJETOS DE IMPLANTAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS SUPERLEVES EM VIAS CALMAS	117
APÊNDICE B – FORMULÁRIO PARA VALIDAÇÃO POR ESPECIALISTAS DAS DIRETRIZES TEÓRICAS PARA PROJETOS DE IMPLANTAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS SUPERLEVES EM VIAS CALMAS.....	120

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Série histórica da frota de veículos no Brasil.....	18
Figura 2: Critérios de exclusão e refinamento do corpus textual.	25
Figura 3: Distribuição temporal de publicações.....	27
Figura 4: Periódicos de destaque no Portifólio Bibliográfico.	28
Figura 5: Palavras-chave mais utilizadas.	29
Figura 6: Continentes em destaque na literatura.	29
Figura 7: Nuvem de Palavras.....	31
Figura 8: Análise de Similitude.....	33
Figura 9 - Classificação Hierárquica Descendente.....	35
Figura 10: Análise fatorial de correspondência das classes de palavras.	42
Figura 11: Fluxograma do projeto de pesquisa.	50
Figura 12: Trecho de interesse na rua 14 de Julho, Campo Grande-MS.....	59
Figura 13: Rua 14 de Julho, Campo Grande-MS (trecho entre as ruas Fernando Correa da Costa e 26 de Agosto).....	60
Figura 14: Rua 14 de Julho, Campo Grande-MS (trecho entre a rua 15 de Novembro e Av. Mato Grosso).	60
Figura 15: Calçadas amplas com presença de mobiliário urbano, rua 14 de Julho, Campo Grande-MS.	61
Figura 16: Esquinas rebaixadas e redução da altura do meio fio, rua 14 de Julho, Campo Grande-MS.	61
Figura 17: Sinalização de velocidade máxima permitida na rua 14 de Julho, Campo Grande-MS.	62
Figura 18: Bicicletário na rua 14 de Julho com Av. Afonso Pena, Campo Grande-MS.72	
Figura 19: Bicicletário na rua 14 de Julho com a rua 15 de Novembro, Campo Grande-MS.	72
Figura 20: Ponto de Ônibus Av. Afonso Pena em frente à praça Ary Coelho, Campo Grande-MS	73
Figura 21: Ciclovía Av. Afonso Pena, Campo Grande-MS.	74
Figura 22: Ponto de táxi rua 14 de Julho, em frente à praça Ary Coelho, Campo Grande-MS.	74
Figura 23: Ponto de mototáxi na Av. Afonso Pena em frente à praça Ary Coelho, Campo Grande-MS.	75

Figura 24: Praça Ary Coelho, Campo Grande-MS.....	76
Figura 25: Câmera de segurança rua 14 de Julho, Campo Grande-MS.	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Currículo resumido dos especialistas.....**Erro! Indicador não definido.**3

Quadro 2 - Matriz de amarração.....**Erro! Indicador não definido.**3

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Portfólio Bibliográfico da Pesquisa.....	24
Tabela 2 - Valores mínimos de CVR para diferentes números de participantes.....	55
Tabela 3 - Validação de diretrizes por especialistas.....	65

1 INTRODUÇÃO

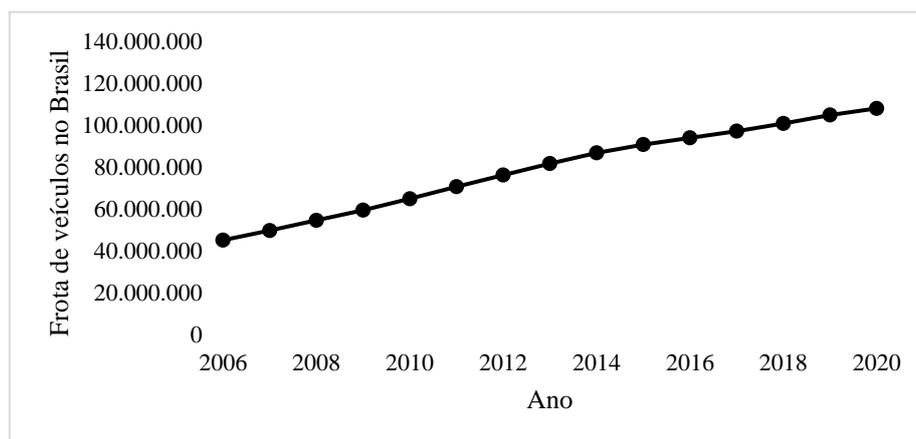
O processo de urbanização tem-se intensificado na maior parte dos países do mundo ao longo dos últimos anos. Por urbanização, entende-se um processo socioeconômico complexo que transforma os ambientes natural e construído, convertendo assentamentos outrora rurais em urbanos, ao mesmo tempo em que muda a distribuição espacial de uma população das áreas rurais para as urbanas, bem como de áreas urbanas para outras áreas urbanas (United Nations, 2019). Ainda para a mesma organização, o grau de urbanização é expresso pela porcentagem da população residente em áreas urbanas.

As estatísticas publicadas na literatura indicam que na década de 1950, 30% da população global vivia em áreas urbanas, em 2018 a urbanização mundial saltou para 55% da população e, até o ano de 2050, estima-se que quase 70% da população mundial resida em áreas urbanas (United Nations, 2019). O mesmo relatório estima ainda que a população urbana no Brasil represente 92,4% da população total e o país ocupará a 27ª posição no ranking de urbanização. E consoante o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017), no ano de 2010, o grau de urbanização no Brasil era de 76%.

Esse crescimento acelerado das populações residentes em áreas urbanas gera desafios complexos aos planejadores das cidades. Consoante o Ministério das Cidades (2005), o crescimento desordenado das cidades ocasiona mudanças que pioram o relacionamento entre os usos urbanos e o espaço e provocam deseconomias que degradam a qualidade de vida e os custos econômico, social e ambiental relacionados aos transportes urbanos. Além disso, contribui para o aparecimento de um número cada vez maior de veículos particulares nas ruas (Ministério das Cidades, 2005).

Em 2020, a frota de veículos no Brasil (caminhões, caminhonetes, carros, motocicletas, ônibus, entre outros) era de mais de 107 milhões de veículos, enquanto em 2006 esse número era cerca de 45 milhões (IBGE, 2021), conforme ilustra a Figura 1. Assim, durante este período, nota-se um aumento na frota de veículos no Brasil de aproximadamente 4,5 milhões ao ano.

Figura 1: Série histórica da frota de veículos no Brasil.



Fonte: IBGE (2021) adaptado pela Autora (2021).

Os sistemas de transporte são a espinha dorsal das cidades, pois são eles que permitem os cidadãos e as empresas funcionarem onde as atividades são inevitavelmente separadas espacialmente e, como resultado, o transporte é tradicionalmente um grande usuário de energia (Menichetti; Van Vuren, 2011).

Contudo, o aumento de deslocamentos nos centros urbanos agravou as poluições ambiental e acústica e gerou impactos negativos à saúde e qualidade de vida de seus habitantes (Gómez, 2018). Além disso, em muitos países, o ritmo acelerado da motorização ocorreu na ausência de medidas que garantissem que todos os usuários das vias, principalmente pedestres e ciclistas, permanecessem seguros (Ceder, 2020).

Desse modo, é necessário que as cidades sejam pensadas para serem econômica, social e ambientalmente sustentáveis. Nesse contexto, insere-se o termo das cidades inteligentes e sustentáveis. Consoante Botton *et al.* (2021), abordagens conceituais de cidades sustentáveis não se traduzem, necessariamente, em cidades inteligentes, mas se interligam com implementação de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para promover o desenvolvimento sustentável.

As cidades inteligentes são aquelas que possuem papel multifacetado, sendo um voltado para os cidadãos e suas vidas diárias, um voltado para a governança e formulação de políticas e outro voltado para ambos, a fim de apoiá-los na tomada de decisões mais inteligentes (Šemanjski; Mandžuka; Gautama, 2018).

Para Ceder (2020), o principal princípio de operação para a mobilidade de uma cidade inteligente será a capacidade de otimizar a conectividade do movimento em uma transição

perfeita, ao mesmo tempo que confere a frase viagem porta a porta com um novo significado.

A mobilidade urbana inteligente pode ser definida como conectividade em vilas e cidades que seja acessível, eficaz, atraente e sustentável (Lyons, 2018). E ser realmente inteligente sobre a mobilidade urbana requer colaboração multidisciplinar que enriquece a perspectiva e dá sentido como alcançar os resultados mais positivos para uma população cada vez mais urbana (Lyons, 2018).

Por mobilidade urbana, entende-se à propriedade de deslocamentos de pessoas e bens no espaço urbano realizado através de veículos, vias, calçadas e envolve toda a infraestrutura que possibilite o ir e vir (Ministério das Cidades, 2005).

Contudo, a circulação urbana contemporânea é caracterizada por congestionamento de tráfego, perda de tempo, ruído e considerável ineficiência em termos de capacidade e consumo de espaço na escala necessária para que a economia urbana moderna possa funcionar de forma produtiva (Ceder, 2020), sustentável (Mozos-Blanco *et al.*, 2018; Zhao; Jia, 2021) e inteligente (Sanchez-Iborra *et al.*, 2020; Ahmed; Fragonara, 2021).

E sendo uma chave para melhorar o desenvolvimento econômico e cultural das cidades, a mobilidade urbana é considerada pelos pesquisadores como um dos principais desafios que devem ser enfrentados pelas cidades atuais (García, 2009).

Consoante Lyons (2018), a mobilidade urbana futura pode ser transformada com o desenvolvimento de novas formas de propulsão e controle de veículos, mudança nos modelos de propriedade e uso de veículos e tecnologias móveis que permitam os indivíduos realizarem atividades sem a necessidade de viajar.

De acordo com Ceder (2020, p. 5):

[...] De um modo geral, as tecnologias inovadoras de viagens urbanas serão baseadas em três grandes objetivos: Aumentar a produtividade do transporte urbano, particularmente através da introdução de automação; melhorar a segurança, o desempenho e as capacidades de serviço, e alcançando isso de maneira econômica; prioridades de apoio como conservação de energia, segurança, revitalização do centro da cidade e proteção ambiental a nível nacional.

Dentre as diversas possibilidades e tendências de mobilidade urbana, destaca-se a micromobilidade. A micromobilidade é definida por Dediu (2019) como um padrão

alternativo de veículos e novas categorias de sistemas e serviços direcionados para veículos leves, com peso inferior a 500 kg, movidos por motor elétrico destinados ao transporte urbano.

Para Abduljabbar *et al.* (2021), a micromobilidade é uma solução inovadora de transporte urbano, com o objetivo de fornecer opções de viagens de curta distância, incluindo viagens de primeira e última milha. Além disso, um dos aspectos atraentes das soluções de micromobilidade é seu papel na melhoria do acesso e conectividade ao transporte público.

Entre as tecnologias emergentes para mitigar as externalidades negativas, a exemplo das emissões excessivas de Gases Efeito Estufa (GEE), causadas pelos atuais meios de transporte movidos por combustíveis de origens fósseis, somado ao interesse em diversificação de matrizes energéticas, tem-se como uma proposta, inclusive com o uso de energias mais limpas, os veículos elétricos (Schneider *et al.*, 2014; Fachrizal *et al.*, 2020).

Os veículos elétricos se apresentam como tendência, comprovada por uma rápida e contínua expansão do desenvolvimento tecnológico e da produção de veículos elétricos em todo o mundo (Consoni *et al.*, 2018).

De acordo com Fachrizal *et al.* (2020), os veículos elétricos são tecnologias emergentes frequentemente consideradas como pilares nos sistemas de energia e transporte de futuras cidades sustentáveis (Vida; Jesus-Lopes, 2020; Botton *et al.*, 2021). Comodi (2016) considera que a redução da poluição, o baixo ruído e a imagem de modernidade, criados pelo veículo elétrico, são três elementos atrativos desse modal.

Todavia, existem também impactos ambientais negativos no desenvolvimento da eletromobilidade. Mas embora os veículos elétricos gerem poluentes no processo de fabricação de seus componentes, esses impactos podem ser minimizados com padrões de projetos baseados na economia circular (Ellen Macarthur Foundation, 2020), através do aumento da geração de energia renovável, tendências de *designs* que permitam reutilização e reciclagem e mudança nos padrões de consumo (European Environment Agency, 2018).

Em relação a micromobilidade urbana, há uma concentração de pesquisa nas áreas de bicicletas, *scooters* e patinetes elétricos (Lang, 2018; Orozco *et al.*, 2020; Nematchoua *et al.*, 2020; Piazza *et al.*, 2021; Wang *et al.* 2021). Contudo, esses meios de transporte não são os mais adequados para pessoas com mobilidade reduzida, idosos e gestantes. Dessa forma, implica em uma série de restrições e não conseguem garantir equidade de mobilidade desejada pelos planos de mobilidade urbana (Garau *et al.*, 2016; Kuzio, 2019; Recasens-Alcina, 2019; Sourbati; Behrendt, 2020).

Em relação às inovações no setor de mobilidade, os veículos elétricos se mostram alternativas promissoras, principalmente ao se tratar de transportes de primeira ou última milha, a curtas distâncias (Andaloro *et al.*, 2015; Ranieri *et al.*, 2018). Contudo, mostram-se necessárias uma série de estudos em relação a operacionalização desses veículos (Comodi, 2016; Juan *et al.*, 2016; Kabir *et al.*, 2020) e formulação de políticas públicas que assegurem segurança no trajeto independente do modal utilizado pelo cidadão (Mozos-Blanco *et al.*, 2018; Abduljabbar *et al.*, 2021).

Além disso, tem-se que proporcionar acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis e sustentáveis são Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), especificamente o ODS 11, estabelecidos na Agenda 2030 pela Organização das Nações Unidas (2015) e que devem ser implementados não somente a nível nacional, mas também a níveis regional e local (United Nations, 2018).

E consoante Zhao e Jia (2021) a sustentabilidade transcende a gestão das excessivas emissões dos GEE pelos veículos e inclui também o estabelecimento de sistemas de planejamento de transporte que garantam segurança nas vias.

Ademais, não foram evidenciados na literatura estudos sobre a inserção de veículos elétricos superleves para soluções de micromobilidade. Assim, esse nicho se mostra como um campo do conhecimento ainda não explorado, que pode viabilizar um cenário de micromobilidade mais integrativo e uma lacuna de pesquisa que essa dissertação visa preencher a fim de auxiliar gestores públicos municipais nas tomadas de decisão acerca de critérios de implantação de modelos de micromobilidade urbana para vias calmas, vias de baixo volume e/ou velocidade de tráfego (Ewging; Brown, 2017), baseados em parâmetros técnico-científicos.

Assim, a questão que norteia essa pesquisa é a seguinte: Quais as orientações para uma cidade propor uma política de micromobilidade em vias calmas?

1.1 OBJETIVO GERAL

A presente pesquisa tem como principal objetivo: Propor diretrizes para projetos de micromobilidade urbana para veículos elétricos superleves em vias calmas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificar categorias de análise na literatura sobre micromobilidade urbana que podem incluir diversos aspectos como sustentabilidade, eficiência, regulamentação, inovação, satisfação;
- b) Criar e validar um conjunto de diretrizes para implantação de veículos elétricos superleves em vias calmas.
- c) Exemplificar a aplicação das diretrizes em um espaço urbano.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O objetivo deste capítulo é apresentar e avaliar o estado da produção científica das discussões teóricas multidisciplinares acerca da micromobilidade urbana que fundamentaram a elaboração deste trabalho. Conforme as diretrizes propostas por Jesus-Lopes *et al.* (2022), esta pesquisa se concentra na área das Ciências Ambientais, com abordagem multidisciplinar. Configura-se, de acordo com o entendimento de Gil (2017), como uma pesquisa exploratória, com método misto, para identificar o que a literatura explana sobre o uso de veículos elétricos para micromobilidade urbana. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica (Gil, 2017), cuja fonte de dados é prioritariamente secundária e quanto à análise dos dados valeu-se da lexicometria.

2.1 SELEÇÃO DE PORTIFÓLIO

A consulta da literatura científica de artigos de periódicos indexados foi realizada para selecionar aqueles que deram suporte à pesquisa. A base de dados *Scopus* foi escolhida para busca e seleção dos artigos científicos, visto que possui uma gama mais ampla de cobertura de publicações científicas (Zhao *et al.*, 2018) e possui um rápido processo de indexação, o que aumenta a possibilidade de seleção de artigos mais atuais (Meho; Rogers, 2008). Além disso, a *Scopus* é considerada uma das bases de dados bibliográficas mais confiáveis (Gomez-Jauregui *et al.*, 2014).

O processo de seleção dos artigos conteve a definição e pesquisa dos seguintes termos de busca associados à micromobilidade, ao desenvolvimento sustentável das cidades e aos veículos de transporte. A seguinte *string* de busca foi aplicada simultaneamente aos campos título do artigo, resumo e palavras-chave: (*micromobil* or micro-mobil* or "last mile" or "traffic" or "calm way" or "calm road" or usabil* or transport**) AND (*"Smart cit*" or "Sustain* cit*" or "sustain* develop" or "circular econ*" or "internet of things"*) AND (*Vehicle or Car*).

Foram selecionados todos os tipos de materiais (artigos de periódicos, artigos de congresso, capítulos de livro, entre outros) disponíveis, na base *Scopus*, com um recorte temporal de 2011 a 2021, na intenção de acessar produções mais recentes sobre o assunto. Os metadados de cada um deles como: título, resumo, palavras-chave, autores, ano de publicação, tipo de artigo, idioma do texto principal, nome do periódico, escopo do periódico, Qualis do periódico, índice h do periódico, ISSN do periódico, filiação

institucional de cada autor, tipo de instituição, titulação de cada autor e número de citações do artigo foram exportados em formato RIS para serem utilizados no *software* EndNote.

Posteriormente, foi realizada a leitura de todos os títulos e resumos dos trabalhos científicos. Aqueles estudos que não ofereceram contribuições sobre o tema micromobilidade urbana e veículos elétricos foram eliminados. Com a seleção dos documentos que poderiam trazer contribuições à pesquisa, a importação daqueles que possuem acesso livre foi feita e os arquivos baixados em formato PDF.

Foram resultantes deste processo 66 materiais que incluem artigos de periódicos, artigos de congressos e conferências e capítulos de livros. Somado a esse material, outras fontes de dados, como: leis; relatórios técnicos e documentos oficiais, foram consultadas para melhor compreensão do assunto. O resultado desse processo resultou no Portfólio Bibliográfico que servirá como suporte à pesquisa (Tabela 1).

Tabela 1 - Portfólio Bibliográfico da Pesquisa.

FREQUÊNCIA	FILTRO		
1205	IMPORTAÇÃO		
79	TÍTULO E RESUMO		
66	ACESSO LIVRE		
66	CONTEÚDO		
66	PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO		
	ANO	ARTIGO	CAPÍTULO DE LIVRO
			TOTAL
	2011	3	3
	2012	1	1
	2013	0	0
	2014	2	2
	2015	2	2
	2016	5	1
	2017	4	1
	2018	12	12
	2019	6	6
	2020	17	17
	2021	12	12
	TOTAL	64	2
			66

Fonte: Autora (2021).

Como suporte à análise de conteúdo, foram realizados estudos bibliométricos e cienciométricos. A bibliometria e a cienciométrica atualmente são aplicadas a uma grande variedade de campos, por exemplo, história da ciência, ciências sociais, documentação e biblioteconomia, política científica e indústria da informação (Macias-Chapula, 1998). Segundo McGrath (1989), algumas questões como: objetos de estudo, variáveis analisadas, métodos e objetivos diferem os estudos bibliométricos dos cienciométricos.

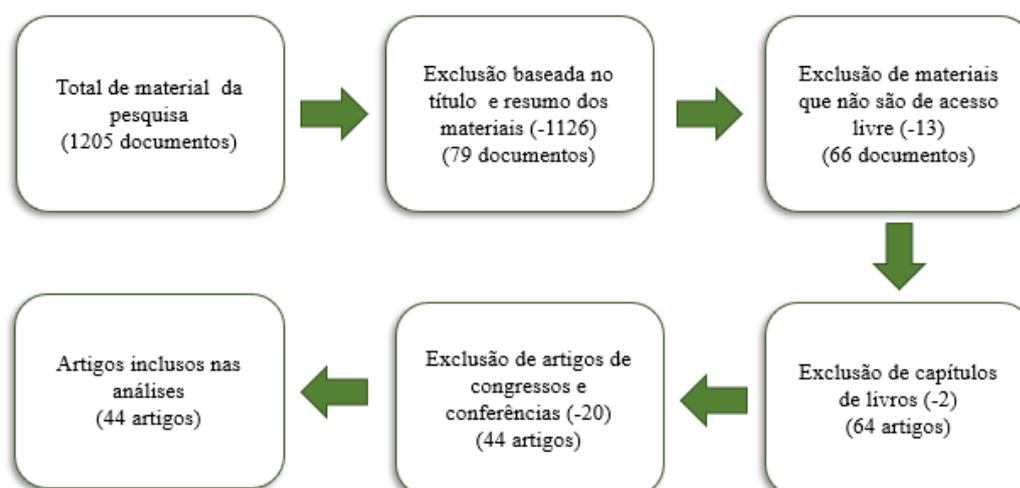
Na bibliometria por exemplo, os objetos de estudos concentram-se em livros, documentos, revistas, entre outros, as variáveis são o número de empréstimos, frequência de citações de palavras, dentre outros, os métodos são para analisar um ranking ou distribuição das variáveis analisadas para que seja possível definir onde alocar recursos temporais e financeiros (McGrath, 1989).

Já na cienciometria, os objetos de estudos são os assuntos, disciplinas e campos do conhecimento, avaliados fatores que diferenciam disciplinas e subdisciplinas por exemplo, através de uma análise de conjunto e de correspondência que possibilita identificar os domínios de interesse do assunto, além de outros aspectos (McGrath, 1989).

Para Romero-Pérez *et al.* (2018), a análise lexicométrica é um método estatístico usado na análise de dados textuais que, mediante o avanço da tecnologia do processamento de dados, possibilita analisar um grande volume de textos com bastante rapidez, bem como categorizar as formas textuais presentes na construção do texto e identificar padrões de sua ocorrência.

Para tal foram considerados apenas os artigos publicados em periódicos. A Figura 2 apresenta o processo de exclusão dos materiais do portfólio bibliográfico baseado nas buscas realizadas na base de dados *Scopus* até a seleção dos artigos científicos utilizados nesta etapa com o amparo do *software* EndNote.

Figura 2: Critérios de exclusão e refinamento do corpus textual.



Fonte: Autora (2021).

Os metadados de ano de publicação dos artigos, autores, periódicos e palavras-chave foram extraídos e com auxílio dos *softwares* Excel e Power BI gráficos desses metadados foram gerados para análises bibliométricas do referencial teórico.

Esses indicadores científicos são igualmente apropriados para microanálises e, ao combiná-los com outros indicadores, os estudos bibliométricos podem ajudar tanto na avaliação do estado atual da ciência como na tomada de decisões e no gerenciamento da pesquisa (Macias-Chapula, 1998).

A análise cienciométrica oferece uma abordagem mais ampla, que abrange ferramentas e dados bibliométricos, para analisar a literatura e seus resultados e reconhecer padrões e tendências potencialmente perspicazes do domínio (Hood; Wilson, 2001).

Com os artigos selecionados, um arquivo único em formato txt, contendo resumo de cada artigo, ano de publicação e continente dos autores da pesquisa, foi gerado para a realização de análises estatísticas do corpus textual, pelo *software* IRAMUTEQ (*Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*), que apresenta resultados robustos, que permitem ao pesquisador realizar análises variadas do corpus textual (Camargo; Justo, 2013), com a codificação recomendada para o programa (Silva, 2019).

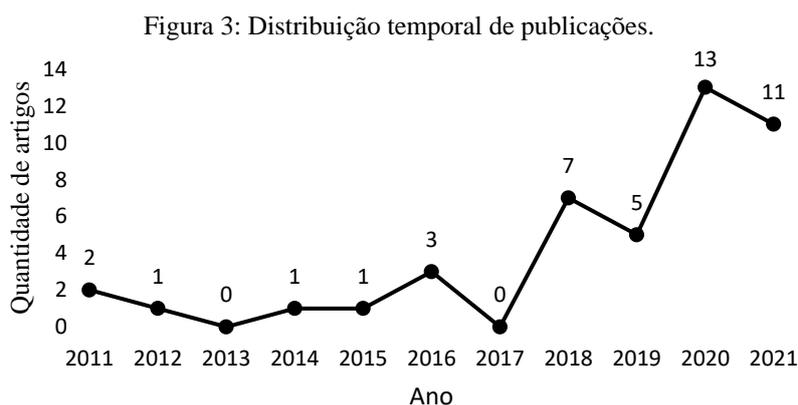
O corpus textual foi composto dos resumos dos artigos e esta opção se deu porque eles são a representação condensada de documentos científicos e forneceram uma visão geral da investigação (Donald, 2022). Como resultado do uso deste software, obteve-se as seguintes ilustrações: nuvem de palavras (NP); análise de similitude (AS); classificação hierárquica descendente (CHD) e análise fatorial de correspondência (AFC).

De acordo com Camargo e Justo (2013), as ilustrações da nuvem de palavras e análise de similitude advém da organização e da distribuição do vocabulário, de forma facilmente compreensível e visualmente clara. Já a classificação hierárquica descendente é um método de análise estatística multivariada, que possibilita a análise de material textual, provendo contextos organizados, por classes lexicais, constituídas com base em segmentos de textos, a partir de um vocabulário (Camargo; Justo, 2013).

2.2 ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

A análise bibliométrica realizada destaca a distribuição temporal dos artigos sobre micromobilidade urbana e veículos elétricos superleves, os autores, os periódicos de maior publicação, as palavras-chave mais utilizadas nos artigos selecionados e os continentes que mais desenvolvem pesquisa sobre o tema.

A Figura 3 mostra a distribuição temporal de publicação de artigos sobre o tema entre os anos de 2011 a 2021. Através dela é possível observar que não há uma linearidade de publicações. Contudo, é notável um decaimento na quantidade de artigos publicados entre 2011 a 2013 e uma tendência de crescimento a partir de 2013 até 2021, apesar de não serem evidenciados artigos sobre a temática relevantes a esta pesquisa no ano de 2017, com artigos mais relevantes quanto a micromobilidade urbana e veículos elétricos superleves publicados no ano de 2020.



Fonte: Autora (2021).

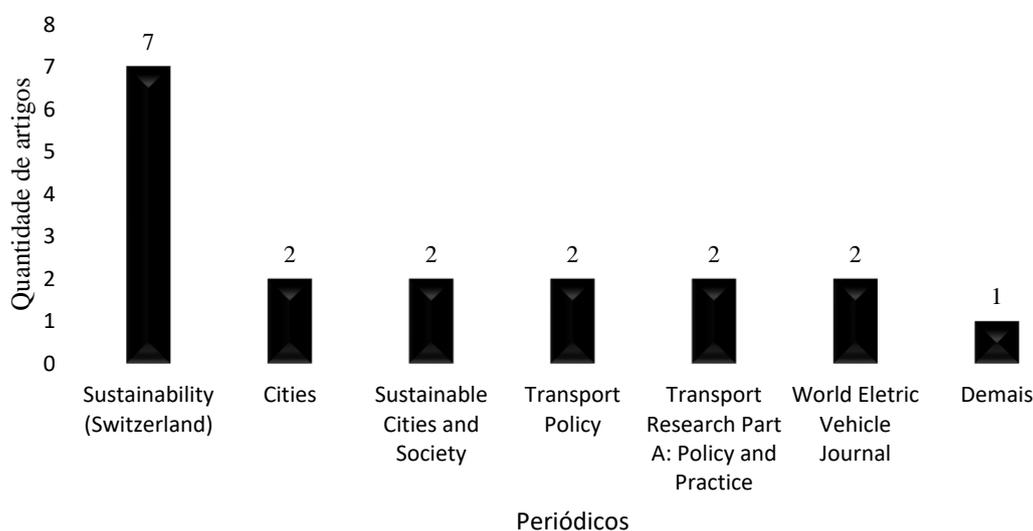
No portfólio pôde-se observar 207 autores para 64 artigos. Desse modo, tem-se uma média maior que 3 autores por artigo. Ao concentrar em artigos publicados em periódicos, tem-se 131 autores para 44 artigos, uma média, portanto, de aproximadamente 3 autores por artigo publicado.

Nessa configuração, Behrendt Frauke (2019; 2020), da Universidade de Brighton na Europa, foi o único autor com dois artigos de periódicos no portfólio bibliográfico, sendo autor principal de *Cycling the smart and sustainable city: Analyzing EC policy documents on internet of things, mobility and transport, and smart cities* publicado na revista *Sustainability (Switzerland)* e autor secundário de *Smart mobility, age and data justice* publicado em *New Media and Society*.

Ao se considerar artigos publicados em simpósios, conferências e congressos também, tem-se os autores de destaque com dois artigos cada um deles: L. Andaloro, do Instituto de Tecnologias Avançadas de Energia Nicola Giordano – ITAE; V. Antonucci, do Instituto de Tecnologias Avançadas de Energia Nicola Giordano – ITAE; F. Behrendt, da Universidade de Brighton; C. Lazaroiu, da Universidade Ploitecnica de Bucareste; G. Napoli, do Instituto de Tecnologias Avançadas de Energia Nicola Giordano – ITAE; M. Roscia da Universidade de Bergamo e F. Sergi do Instituto de Tecnologias Avançadas de Energia Nicola Giordano – ITAE.

Foram verificados 33 diferentes periódicos, tendo destaque o *journal Sustainability (Switzerland)* com 7 artigos do portfólio bibliográficos publicados, sendo este periódico em específico um dos principais fóruns de divulgação de artigos na área de sustentabilidade do mundo. Outros relevantes à pesquisa são: *Cities, Sustainable Cities and Society, Transport Policy, Transport Research Part A: Policy and Practice e World Electric Vehicle Journal*, ambos contam com a publicação de dois artigos componentes do portfólio. Cada um dos demais periódicos verificados contribuíram com apenas uma publicação acerca do assunto. A Figura 4 a seguir sintetiza esses dados.

Figura 4: Periódicos de destaque no Portfólio Bibliográfico.

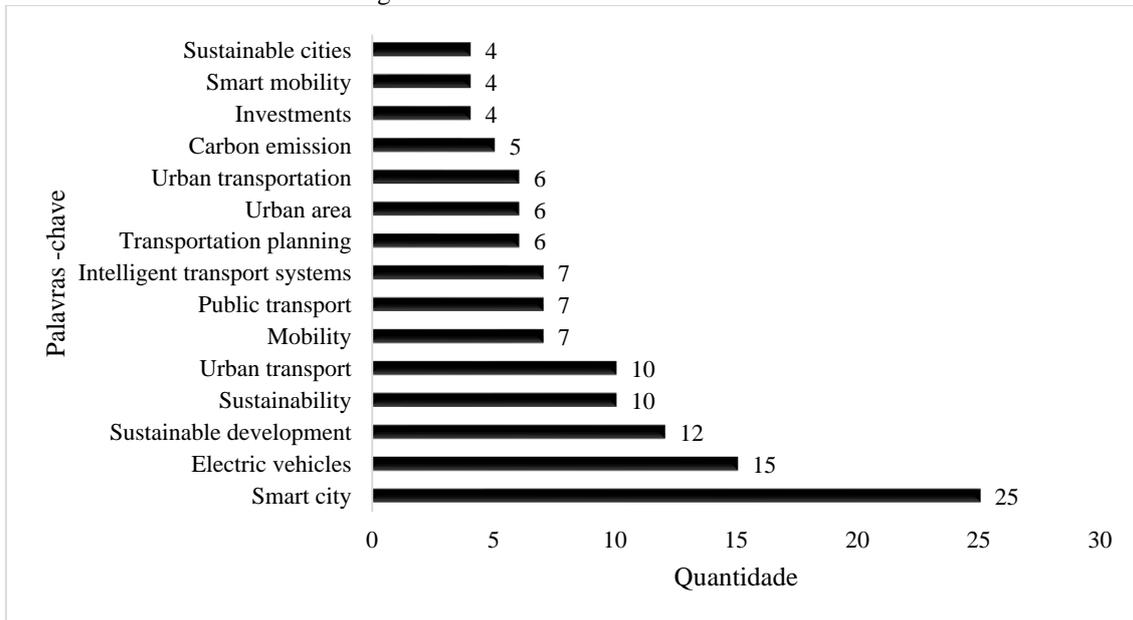


Fonte: Autora (2021).

As palavras-chave mais comumente utilizadas nos artigos estão apresentadas na Figura 5. A palavra-chave com maior ocorrência nos artigos é Cidade Inteligente e logo após, tem-se o uso mais comum dos termos Veículos Elétricos e Desenvolvimento Sustentável.

Desse modo, através da observação das ocorrências das palavras-chave, pode-se verificar que há muitos artigos ligados ao setor de transporte das cidades sustentáveis.

Figura 5: Palavras-chave mais utilizadas.



Fonte: Autora (2021).

Na Figura 6 se representa a localidade dos pesquisadores. Pode-se verificar que dos artigos selecionados para o portfólio bibliográfico cerca de 68% dos pesquisadores residem no continente europeu. Em sequência tem-se os continentes asiático (18% dos pesquisadores), americano (9% dos pesquisadores) e Oceania (aproximadamente 5% dos pesquisadores).

Figura 6: Continentes em destaque na literatura.



Fonte: Autora (2021).

Embora atualmente a China seja o maior país emissor de gás carbônico, pela queima de combustíveis fósseis, seguida por Estados Unidos, União Europeia e Índia segundo Historical GHG Emissions (2021), o ressaltado do continente europeu em publicações sobre o assunto pode decorrer do contínuo interesse em planos de transporte como Plano de Ação de Energia Sustentável, Fórum CIVITAS e Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (PMUS), que advêm de políticas europeias desde a década de 1990 para minimizar externalidades negativas na mobilidade urbana.

Os Estados-Membros da União Europeia são obrigados a traduzir as Diretivas da CE em planos de ação nacionais e programas operacionais (Ranieiri *et al.*, 2018). Contudo, a metodologia PMUS, por exemplo, foi adotada também em países fora da Comunidade Europeia, como Brasil, México e Índia, embora pelas compreensões de Machado e Piccinini (2018) ainda existam diversas barreiras encontradas na implementação das estratégias propostas, sendo a barreira interna de integração entre autoridades a mais notável delas.

2.3 ANÁLISE DE CONTEÚDO DO REFERENCIAL TEÓRICO

A análise do corpus textual, inserido no *software* Iramuteq, averiguou 10.523 ocorrências de palavras, sendo 1628 formas distintas (entre verbos, substantivos, adjetivos e formas não reconhecidas, como siglas e palavras compostas) e 771 hápax, ou seja, palavras com uma única ocorrência. Assim, os padrões e tendências sobre o tema foram identificados na análise lexicométrica.

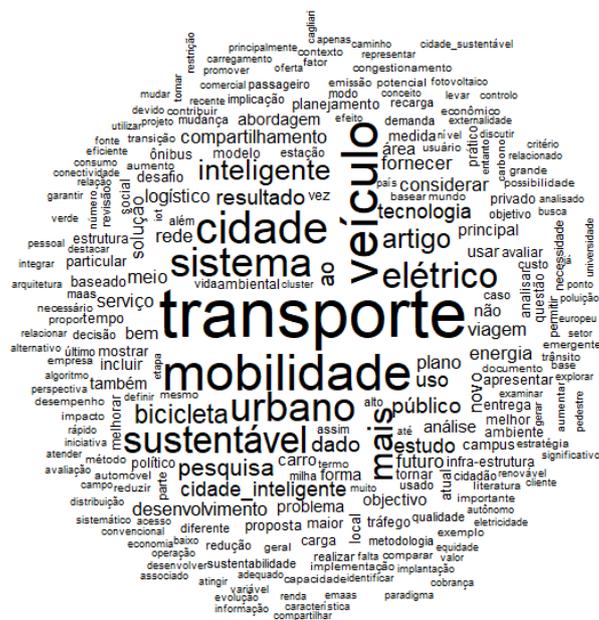
Por meio das palavras mais citadas no corpus textual, nuvem de palavras, foi possível identificar os termos recorrentes nas pesquisas. A análise de similaridade representa um avanço em relação à análise isolada dos vocábulos, pois é possível identificar a conexão entre eles e, no caso de artigos científicos, como os autores combinam as formas textuais para construir suas teorias e análises. Por último, os agrupamentos das formas textuais da classificação hierárquica descendente e análise fatorial de correspondência ajudaram a identificar e compreender os eixos/temas de pesquisa de forma mais ampla.

2.3.1 Nuvem de Palavras

A Figura 7 ilustra a nuvem de palavras do corpus textual. Esta ilustração agrupa e organiza graficamente em função da sua frequência (Camargo; Justo, 2013). Assim, as

palavras-chaves do corpus textual tornam-se mais explícitas (Moura *et al.*, 2014). É uma análise lexical mais simples; porém graficamente bastante interessante, na medida em que possibilita rápida identificação das palavras-chave de um corpus (Camargo; Justo, 2013).

Figura 7: Nuvem de Palavras.



Fonte: Autora (2022).

No corpus textual apresentado pela nuvem de palavras, a palavra central é transporte e está mais próxima aos termos: mobilidade; urbano; sustentável; cidade; veículo e elétrico, como era de se esperar, visto que essas palavras foram usadas na string de busca dos artigos. Dessa forma, notou-se discursos relacionados à preocupação das cidades inteligentes, com os meios de transporte que elas oferecem à população.

Consoante Fontoura e Ribeiro (2021), quando se trata de transporte sustentável, as principais preocupações são as emissões de poluentes atmosféricos e o consumo de energia. Ademais, segundo Menichetti e Van Vuren (2011), a maior parte dos estudos tem como foco a redução das externalidades negativas do transporte, destacando a busca pela redução das emissões de poluentes atmosféricos e do congestionamento do tráfego.

Por mobilidade urbana, entende-se à propriedade de deslocamentos de pessoas e bens no espaço urbano realizado, através de veículos, vias, calçadas. Ela envolve toda a infraestrutura, que possibilite o ir e vir (Ministério das Cidades, 2005). Uma questão importante no desenvolvimento sustentável da mobilidade de cidades inteligentes é a

contribuição de iniciativas inteligentes, para resolver as situações-problemas que cada cidade apresenta (Recasens-Alcina, 2020).

Ademais, consoante Abduljabbar *et al.* (2021), a micromobilidade é cada vez mais reconhecida como um meio promissor de transporte urbano. A esse respeito, alguns benefícios que afetam diretamente a sustentabilidade incluem a criação de ambientes de rua mais saudáveis e habitáveis, diminuição de congestionamentos, redução de emissões.

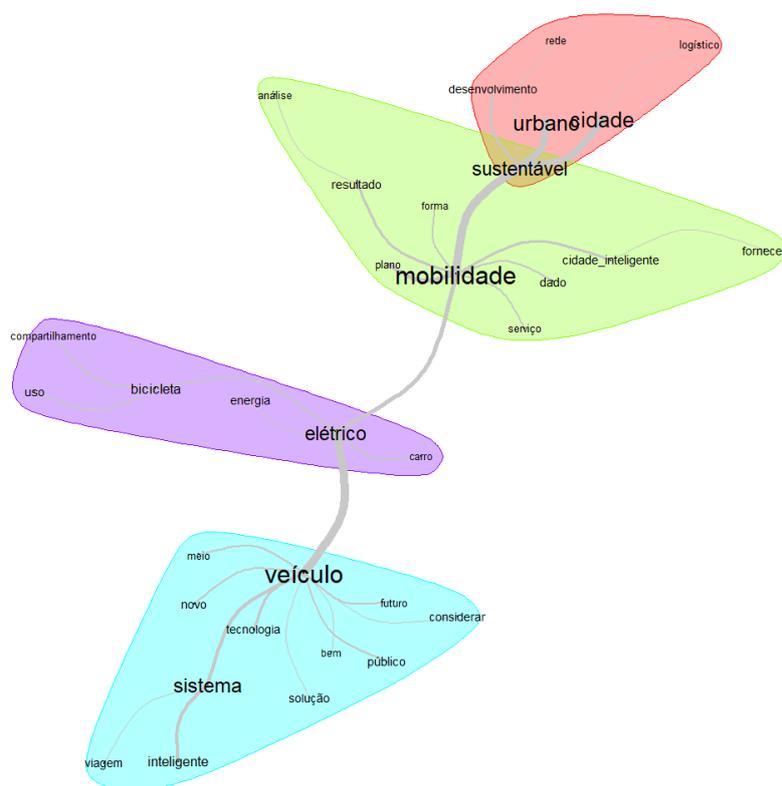
A micromobilidade também trata da desigualdade na acessibilidade a serviços e oportunidades. Para Barczak e Duarte (2012), apenas a combinação de medidas econômico-fiscais e financeiras, regulatórias, de informação e comunicação, de planejamento urbano e tecnológicas possibilitam uma mobilidade urbana de qualidade e com menos impactos negativos ao meio ambiente.

2.3.2 Análise de Similitude

Através da Análise de similitude, representada na Figura 8, é possível notar as principais relações entre palavras que foram citadas mais de 20 vezes no corpus textual, com exceção de: transporte; artigo; pesquisa e estudo. Isso, pois apesar de transporte ser a palavra mais significativa do corpus textual, conforme identificado na nuvem de palavras, sendo frequente 128 vezes, ela impedia de ver as comunidades claramente, pois centralizava muitos termos diretamente a si, dificultando a análise da ligação e interação dos demais termos uns com os outros. Já as demais palavras citadas foram retiradas por não fornecer conteúdo real as análises realizadas.

As principais relações entre os troncos de similitude foram: mobilidade e sustentável; sustentável e cidade; sustentável e urbano; mobilidade e elétrico e elétrico e veículo. A partir da palavra mobilidade, citada 92 vezes no corpus, foram destacadas palavras como: serviço; cidade inteligente; plano e resultado e ligações próximas com: sustentável; urbano; cidade e desenvolvimento. Assim, verifica-se o forte interesse em artigos relacionados à temática que envolvem ao paradigma do desenvolvimento sustentável, bem como à mobilidade urbana, englobando infraestrutura de transporte, modelos de serviços e planos de mobilidade urbana.

Figura 8: Análise de Similitude.



Fonte: Autora (2022).

Para Garau *et al.* (2016), a comparação de cidades por meio dos Planos de Mobilidade Urbana (PMU) tornou-se uma boa ferramenta para avaliar a implementação de políticas públicas, visando a construções de cidades inteligentes e permitir que os planejadores avancem em direção ao urbanismo inteligente. Contudo, a avaliação dos PMU, dos seus resultados e da comparação entre as cidades e a sua evolução para uma mobilidade mais sustentável, hoje em dia, representa um desafio, em muitos casos (Mozos-Blanco *et al.*, 2018).

Para Ceder (2020), o principal princípio de operação para a mobilidade de uma cidade inteligente, será a capacidade de otimizar a conectividade do movimento em uma transição perfeita. Ser realmente inteligente sobre a mobilidade urbana, requer colaboração multidisciplinar, que enriquecerá a perspectiva e dará sentido em como alcançar os resultados mais positivos para uma população cada vez mais urbana (Lyons, 2018).

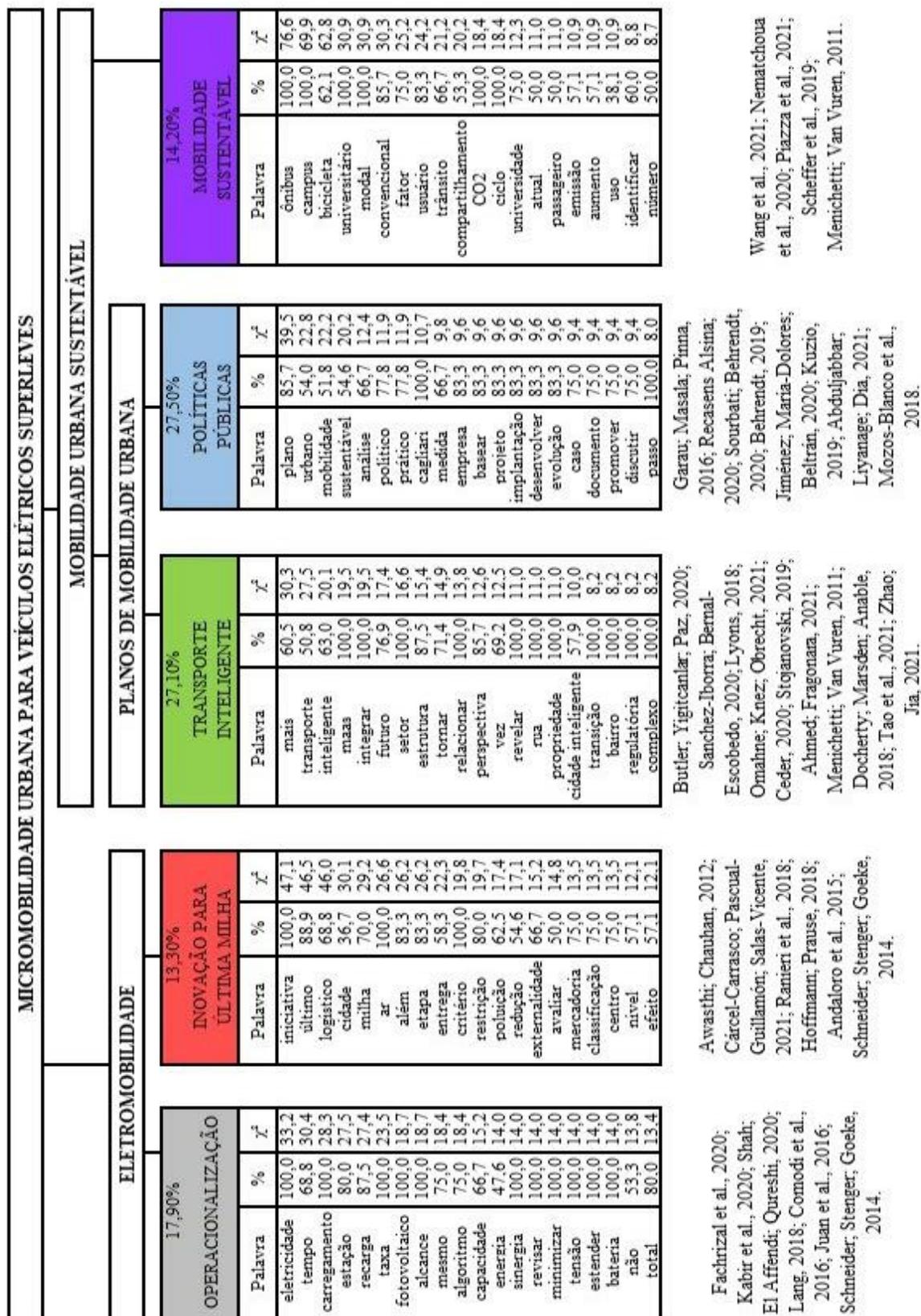
Em relação à palavra elétrico, pode-se notar que há forte ligação com: carro; energia; bicicleta; compartilhamento; uso; mobilidade e veículo. Para Piazza *et al.* (2021), por exemplo, os serviços de mobilidade elétrica incluem, principalmente, o uso de ônibus elétricos, compartilhamento de carros, compartilhamento de bicicletas e scooters elétricas.

Por fim, verifica-se fortes ligações entre as palavras veículo e: sistema; inteligente; tecnologia; solução e público. Os sistemas de transporte inteligentes são baseados em infraestrutura ou em veículos inteligentes ou, preferencialmente, uma combinação de ambos (Ahmed; Fragonara, 2021). Em um futuro próximo, as cidades inteligentes tornar-se-ão espaços hiperconectados, onde esses veículos deverão ser integrados ao ecossistema de sistemas cooperativos inteligentes de transporte (Sanchez-Iborra *et al.*, 2020).

2.3.3 Classificação Hierárquica Descendente

Com a análise pela classificação hierárquica descendente, foi possível verificar a geração de duas grandes categorias e cinco classes de segmentos de textos distintas, conforme estão ilustradas na Figura 9. As categorias foram nomeadas como Eletromobilidade e Mobilidade Urbana Sustentável. E as classes foram nomeadas, com base nos conteúdos textuais manifestos pelos autores, a partir das palavras mais significativas de cada classe e do contexto em que se apresentaram nos segmentos de textos. As classes foram nominadas como: Operacionalização; Inovação para a última milha; Transporte Inteligente; Políticas Públicas e Mobilidade Sustentável.

Figura 9 - Classificação Hierárquica Descendente.



Fonte: Autora (2022).

2.3.3.1 Operacionalização

A classe Operacionalização (17,9%) está inserida na categoria Eletromobilidade. Suas palavras mais representativas foram: eletricidade, tempo, carregamento, estação, recarga, taxa, fotovoltaico, alcance. Esse grupo traz tópicos referentes ao uso e funcionamento dos veículos elétricos como: consumo de eletricidade, carregamento inteligente, tempo de recarga, capacidade de carregamento e capacidade de alcance dos veículos. Assim, verifica-se a indagações dos estudos quanto aos modos de recarga e operação para utilização de veículos com motores elétricos e confirma que o conjunto de operações para colocar os veículos em funcionamento são condições inequívocas para o sucesso deste tipo de modal.

Uma grande barreira para a popularização dos veículos elétricos é a difusão da infraestrutura das estações de carregamento (Comodi, 2016; Juan *et al.*, 2016; Kabir *et al.*, 2020). Segundo Juan *et al.* (2016) a troca e recarga de bateria, a distância diária de condução e autonomia de bateria são três fatores determinantes para os gestores públicos se atentarem sobre a necessidade de se construir infraestruturas de recargas.

Desse modo, devido ao tamanho relativamente pequeno da bateria, tem-se uma frequente necessidade de carregamento e devido ao carregamento relativamente lento, requer-se uma distribuição inteligente de estações de carregamento (Kabir *et al.*, 2020).

Sob tais perspectivas, as cidades sustentáveis devem prover a energia (preferencialmente, de fontes renováveis) e providenciar tecnologias e instalações para as recargas dos veículos elétricos, o que significa que decisões de investimento precisam ser feitas sobre o número, localização e capacidade da infraestrutura (Juan *et al.*, 2016).

Para Comodi (2016), os serviços públicos locais e as concessionárias de energia são os atores mais importantes na construção de infraestruturas de estações públicas de carregamento, criando localmente condições para disseminação de carros elétricos.

Outrossim, a capacidade das estações de recarga é limitada. Assim, apenas um pequeno número de veículos pode ser recarregado simultaneamente. E se assim for, as pesquisas de Juan *et al.* (2016) já advertem que a capacidade das estações de recarga afeta, consideravelmente, o planejamento do sistema de transportes.

Desse modo, estudos sobre modos de operação dos veículos elétricos superleves contribuem com o ODS 9, Indústria, Inovação e Infraestrutura, estabelecido na Agenda 2030 pela Organização das Nações Unidas, em 2015, principalmente devido à investigação de infraestrutura de carregamento associada a veículos elétricos (Omahne *et al.*, 2021).

Ademais, uma das metas brasileiras concordante ao ODS 9 é modernizar a infraestrutura e reabilitar as atividades econômicas para torná-las sustentáveis, com ênfase no uso de recursos renováveis e adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente adequados (Silva, 2018).

2.3.3.2 Inovação para última milha

A classe Inovação para última milha (13,3%) também está inserida na ramificação da categoria Eletromobilidade. Suas palavras mais representativas foram: além; ar; cidade; critério; entrega; etapa; externalidade; iniciativa; logístico; milha; poluição; redução; restrição e último. Essa categoria traz alguns meios de transporte frequentemente pesquisados por especialistas com vistas à solução de questões de mobilidade e micromobilidade urbana com enfoque na sustentabilidade. Veículos elétricos superleves e robôs são apresentados como soluções inovadoras para logísticas de última milha.

A logística da última milha é o estágio menos eficiente da cadeia de suprimentos (Ranieri *et al.*, 2018). Ela compreende até 28% do custo total de entrega e, com as vendas online e a globalização, a maior parte das mercadorias entregues acaba no centro das cidades (Ranieri *et al.*, 2018). Sob tais perspectivas, a literatura aponta a necessidade de se utilizar sistemas de transporte e distribuição de carga mais eficientes e políticas públicas que apoiem a eletromobilidade para o transporte na última milha, a fim de melhorar a logística da cidade (Andaloro *et al.*, 2015).

Hoffmann e Prause (2018) apresentam robôs de entrega como parte da distribuição de última milha e soluções de logística, sendo o baixo custo (menos de 1€ por unidade de entrega, tornando os até 15 vezes mais baratos que os serviços de entrega tradicionais) considerado uma vantagem competitiva. Contudo, o compartilhamento de calçadas dos robôs com pedestres e outros tipos de tráfego, torna sua área de operação preferencial em áreas de baixa densidade de tráfego, como subúrbios, e sua utilização focada em complementar os demais serviços de entrega existentes (Hoffmann; Prause, 2018).

Outra proposta para mobilidade de entrega em áreas urbanas são veículos elétricos superleves. Eles são ágeis, com baixo impacto na cidade, necessidade de poucas vagas para estacionamento e úteis para entrega de pequenas parcelas (Ranieiri *et al.*, 2018). E, sendo menores e mais leves do que os meios tradicionais, são muito úteis para atingir esses objetivos, pois reduzem o tempo de entrega sem necessidade de perda de tempo de estacionamento, consumo de combustível e emissões atmosféricas e de ruídos de diversas ordens (Ranieiri *et al.*, 2018).

Além disso, conforme Pessanha *et al.* (2011), os motores elétricos apresentam um rendimento energético três vezes maior quando comparados aos motores tradicionais, visto que são capazes de transformar cerca de 90% da energia elétrica em energia mecânica, enquanto os tradicionais transformam apenas 30% da energia.

2.3.3.3 Transportes Inteligentes

A classe Transportes Inteligentes (27,1%) está inserida na categoria Mobilidade Urbana Sustentável. Suas palavras mais representativas foram: estrutura; futuro; inteligente; integrar; mobilidade como serviço; setor e transporte. Dessa forma, essa classe discorre sobre o futuro da mobilidade urbana inteligente e sustentável, com transportes públicos priorizados em relação aos transportes individuais. Convém que os decisores de políticas públicas possam criar sistemas integrados e inteligentes, que facilitem o transporte de seres humanos e cargas, com um serviço que promova eficiência no sistema como um todo. Para Ahmed e Fragonara (2021), a mobilidade inteligente está associada ao conceito de cidade inteligente e objetiva a redução de congestionamentos e transporte seguro, bem como à redução das poluições do ar e sonora.

Lyons (2018) propõe o conceito de mobilidade urbana inteligente como a conectividade em vilas e cidades, que seja acessível, eficaz, atraente e sustentável. Por conseguinte, sustentabilidade e mobilidade inteligente são dois conceitos relacionados a sistemas inteligentes de controle de tráfego em cidades inteligentes (Ahmed; Fragonara, 2021). Os sistemas de transporte inteligentes, baseados em infraestrutura ou em veículos inteligentes ou, preferencialmente, uma combinação de ambos, são a solução mais adequada para mitigar os congestionamentos dos tráfegos e problemas associados em cidades inteligentes (Ahmed; Fragonara, 2021).

Os sistemas cooperativos inteligentes de transporte trouxeram uma revolução tecnológica, em termos de segurança viária e eficiência de trânsito. Isso somado as soluções elétricas são alternativas firmes para alcançar a mobilidade sustentável em ambientes urbanos (Sanchez-Iborra *et al.*, 2020). Nesse contexto, os veículos elétricos superleves contribuem com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável estabelecidos na Agenda 2030 pela Organização das Nações Unidas, em 2015, em especial com o ODS 11, Cidades e Comunidades Sustentáveis.

Até 2030, melhorar a segurança viária e o acesso à cidade por meio de sistemas de mobilidade urbana mais sustentáveis, inclusivos, eficientes e justos, priorizando o transporte público de massa e o transporte ativo, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, como aquelas com deficiência e com mobilidade reduzida, mulheres, crianças e pessoas idosas (Silva, 2018, p. 274).

Lang (2018) em seu estudo sobre cidades mais sustentáveis versus menos sustentáveis, afirma que muitas cidades deverão optar por meios de transportes mais leves, como bicicletas, e o aponta o uso de caminhões semielétricos para transporte de mercadorias. Além de usar carros elétricos como uma solução sustentável para a poluição ambiental, outras medidas, como o monitoramento do fluxo de tráfego, por exemplo, ajudariam a garantir um sistema de transporte livre da poluição do ar nas cidades inteligentes (Zhao; Jia, 2021).

2.3.3.4 Políticas Públicas

A classe Políticas Públicas foi a classe mais representativa do corpus textual com 27,5% e é uma ramificação da categoria Mobilidade Urbana Sustentável. Suas palavras mais significativas foram: mobilidade; plano; sustentável e urbano. De modo geral, esse grupo de artigos discorre sobre planos de mobilidade e micromobilidade urbanas para minimizar as externalidades negativas (congestionamentos, poluição do ar, poluição sonora, entre outros) causadas pelos atuais meios de transporte.

Segundo Abduljabbar *et al.* (2021), algumas diretrizes de políticas públicas e os regulamentos são as principais barreiras à implantação generalizada da micromobilidade. E consoante Machado e Piccinini (2018), barreiras internas de integração entre autoridades são uma das principais barreiras para implementação dos Planos de Mobilidade Urbana.

Um dos principais objetivos dos Planos de Mobilidade Urbana é apoiar a implantação de novos modais que favoreçam positivamente pessoas com deficiência ou idosos, pedestres e ciclistas, bem como reduzir o uso de carros particulares, além de e estimular o transporte público intermodal bicicleta-carro (Garau *et al.*, 2016). Consoante Menichetti e Van Vuren (2011), o desafio de um sistema de transporte de baixíssima emissão de carbono para a cidade é equilibrar a disponibilidade apenas de meios de transporte elétricos ou movidos a energia humana com a necessidade de oferecer acessibilidade aceitável para e dentro da cidade.

Além disso, para Ceder (2020) é preciso atrair as pessoas para os transportes públicos, que já se encontram lotados, com planejamento inovador e estratégias operacionais e garantir que as transferências entre os modos de transporte ocorram de maneira contínua. Entretanto, no Brasil, o transporte público vem desde a década de 1990 sendo cada vez mais inutilizado, devido principalmente a precárias condições como superlotação em horários de pico e sistema de gestão ineficiente (Vasconcellos, 2014)

Kuzio (2019) analisou 20 organizações de planejamento metropolitano e descobriu que 80% dos Planos Regionais de Transporte incluíam planejamento para a equidade social, associados aos requisitos atuais de justiça ambiental, 70% mencionaram tecnologias emergentes e 20% consideraram as implicações dessas tecnologias para a equidade.

Justiça ambiental pode ser entendida como um conjunto de práticas organizadas de agentes sociais que se encontram na condição de expropriados e que defendem politicamente projetos societários anticapitalistas, estando pautadas por princípios como: equidade na distribuição das consequências ambientais negativas, de forma que nenhum grupo social, étnico ou de classe suporte uma parcela desproporcional dessas consequências; justo acesso aos bens ambientais do país; amplo acesso às informações relevantes sobre as atividades poluentes, tais como o uso dos recursos naturais, o descarte de seus rejeitos e a localização das fontes de risco; fortalecimento e favorecimento da constituição de sujeitos coletivos de direitos, isto é, de movimentos sociais e organizações populares capazes de interferirem no processo de decisão da política e da economia (Loureiro; Layrargues, 2016, p. 64).

A mobilidade equitativa é um dos pilares do plano de mobilidade de Barcelona (Espanha), por exemplo, e deve garantir o direito de todos os cidadãos de se locomoverem, pela cidade de forma segura, saudável e sustentável (Recasens-Alcina, 2019).

Contudo, de acordo com Sourbati e Behrendt (2020), em linhas gerais, a equidade tem lacunas significativas nos dados disponíveis para os formuladores de políticas públicas em relação à velhice e à mobilidade quando se trata de transportes comunitários

inteligentes, visto que muitos idosos não usam conectividade online e não geram dados digitais para uso de soluções nos serviços públicos.

2.3.3.5 Mobilidade Sustentável

A classe Mobilidade Sustentável (14,2%) também emergiu da categoria Mobilidade Urbana Sustentável. Suas palavras mais representativas foram: bicicleta; campus; ciclo compartilhamento; convencional; fator; gás carbônico; modal; ônibus; trânsito; universitário; e usuário. Esse grupo traz alguns meios de transporte frequentemente pesquisados para solucionar questões de mobilidade urbana com enfoque na sustentabilidade.

Um aspecto extremamente importante, mas muitas vezes negligenciado, para a escolha de universidades como estudos de caso sobre o tema é o potencial de afetar os hábitos de mobilidade e a consciência ambiental que os alunos desenvolvem a longo prazo (Nematchoua *et al.*, 2020).

Para Scheffer *et al.* (2019), a estratégia de adotar um campus universitário como modelo de estudos sobre mobilidade sustentável tem se mostrado uma alternativa eficiente, uma vez que o ambiente é propício para discussão, ensino, pesquisa e extensão, e assim facilita a implementação de ações sustentáveis.

A literatura traz também a integração de modais como um fator importante na solução de mobilidade urbana, sendo os ônibus e bicicletas os modais mais evidenciados. Wang *et al.* (2021) propõem um sistema de trânsito híbrido alternativo, que usa ônibus do campus para conectar quatro campus da *Rutgers University* e cria um sistema de compartilhamento de bicicletas para atender às demandas de viagem dentro de cada campus. Segundo os autores, o sistema híbrido atinge o estado mais ecológico, quando 70% dos passageiros-milhas são fornecidos pelo ônibus do campus e 30% pelo sistema de compartilhamento de bicicletas.

Contudo, na contramão da tendência do uso de bicicletas, Scheffer *et al.* (2019) identificaram, por meio de questionários, a preferência das pessoas em usar seus carros particulares no campus em relação a outros meios de transporte.

Já Nematchoua *et al.* (2020) observaram, através de uma pesquisa realizada entre a população universitária da Universidade de *Liège*, que tanto as bicicletas convencionais

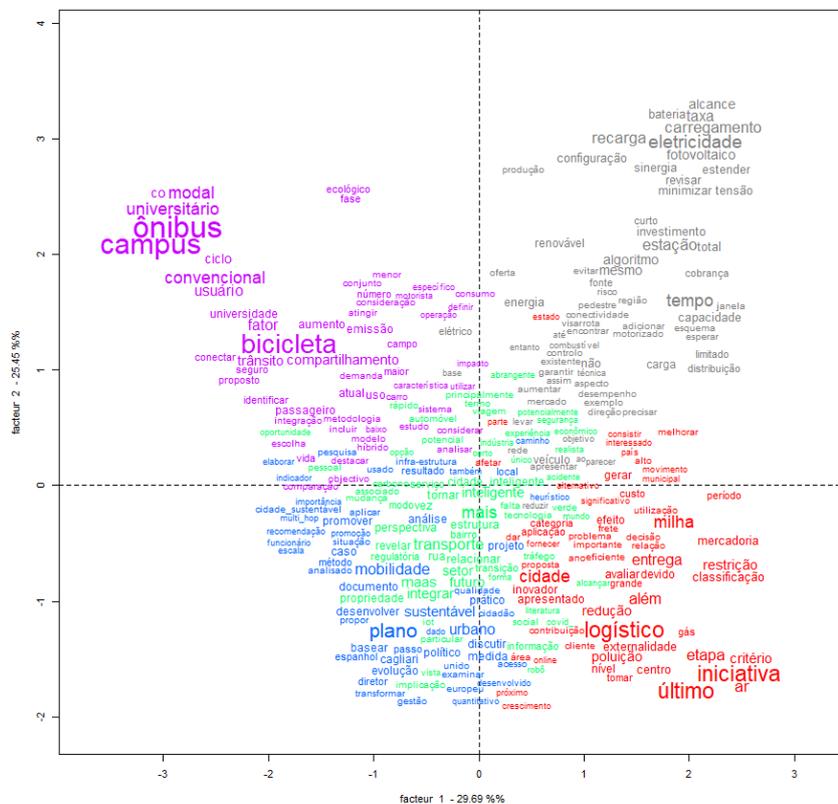
quanto as elétricas são meios de transporte mais apreciados por seus usuários do que automóveis, ônibus e trens, mas que permanecem principalmente ligadas a curtas viagens.

Outrossim, consoante Ferraz *et al.* (2017), em um estudo para avaliar a ciclomobilidade, em uma via calma em Curitiba, Brasil, a taxa de adesão ao uso de bicicletas está diretamente ligada ao sentimento de segurança dos ciclistas ao longo do trajeto.

2.3.4 Análise Fatorial de Correspondência

Com relação à ilustração da Análise Fatorial de Correspondência (Figura 10), é possível notar que, das cinco grandes classes, duas possuem formas textuais bastante associadas, o que pode indicar que os autores têm abordagens semelhantes. As palavras em tons de verde, pertencentes a classe Transportes Inteligentes e as palavras em tons de azul, pertencentes a classe Políticas Públicas se sobrepõem, o que reforça os relatos feitos, na seção anterior sobre a importância de políticas públicas assertivas para a implantação da mobilidade sustentável nas cidades.

Figura 10: Análise fatorial de correspondência das classes de palavras.



Fonte: Autora (2022).

O transporte é considerado o eixo central que permite a necessária locomoção de pessoas e mercadorias nos centros urbanos. Contudo, políticas públicas, apoiadas por ferramentas de inteligência artificial, já são necessárias para que o gestor público tenha o controle sistemático da quantidade de veículos nas ruas.

[...] Movimentos de pedestres, ciclistas e meios de transporte público que se cruzam em muitos lugares estão sendo interligados. [...] com estações para compartilhamento de bicicletas e carros, estacionamento de câmbio e pontos de transporte público (ônibus e metrô). Todos esses serviços são integrados por meio de tecnologia por meio de aplicativos para smartphones, sites e painéis informativos (Garau *et al.*, 2016, p.38).

Além disso, já são pensados planos de mobilidade urbana para atrair mais a população para o uso dos transportes públicos de qualidade e que cubram amplas regiões das cidades, bem como a integração entre modais, para que se possa realizar o deslocamento total com qualidade. Assim, a eletromobilidade é vista como solução inovadora, no transporte de última milha tanto, tanto no campo energético, como no quanto ambiental.

É fundamental que as políticas públicas municipais de uso do solo, mobilidade e transporte agreguem ferramentas e tecnologias disponíveis para melhorar a experiência dos habitantes, na proporção em que maximizem os atributos de sustentabilidade urbana e desenvolvam medidas de inclusão social, garantindo governança e participação pública no planejamento urbano (De Oliveira, 2021, p. 93)

As demais classes encontram-se bem definidas e em planos fatoriais distintos na análise fatorial de correspondência realizada. Assim, discussões sobre inovações para logísticas de última milha eficientes e sustentáveis; operacionalização de veículos elétricos nos centros urbanos e uso de modais alternativos e inteligentes para sustentabilidade não possuem discursos que se sobrepõem nos artigos analisados.

Hrelja (2011) analisou os fatores na tomada de decisão local e na prática de planejamento público que conduzem à expansão urbana e ao aumento do tráfego de automóveis. E Menichetti e Van Vuren (2011) destacaram os requisitos e desafios gerais no desenvolvimento de um sistema de modelagem, para auxiliar no planejamento sustentável, e na implementação de um sistema de transporte integrado, virtualmente neutro em CO₂, que inclui a opção de um sistema elétrico.

Schneider *et al.* (2014) apresentaram o problema de roteamento de veículos elétricos com janelas de tempo e estações de recarga, que incorporam a possibilidade de recargas em qualquer uma das estações disponíveis utilizando esquemas de recargas adequados. De forma complementar, Andaloro *et al.* (2015) visaram o desenvolvimento de um veículo

elétrico não comercial, em que o desafio é atingir a menor relação entre peso total e capacidade de carga, apoiando a eletromobilidade para o transporte na última milha.

As publicações do ano de 2016, oriundas do continente europeu, englobaram os tópicos de eletromobilidade e mobilidade sustentável. Garau *et al.* (2016) descreveram uma metodologia quantitativa para avaliar a mobilidade urbana num estudo de caso, em Cagliari (Itália), e sugeriram medidas a fim de atender às melhores práticas internacionais de transporte.

Juan *et al.* (2016) identificaram e analisaram desafios de pesquisa relacionados à introdução de veículos elétricos em atividades de logística e transporte. E Comodi *et al.* (2016) realizaram uma análise técnico-econômica do investimento de uma concessionária local em infraestrutura de estações de recargas.

Em 2018, os artigos foram publicados, em sua maioria, nos periódicos alocados nos continentes europeu e asiático. Naquele ano, as discussões englobaram os tópicos: características de cidades sustentáveis; inovações para logística de última milha; regulamentações e transportes inteligentes. Lang (2018) identificou as características de cidades mais sustentáveis versus menos sustentáveis, tendo como lócus os continentes com exemplos da Ásia, Américas e Europa.

Mozos-Blanco *et al.* (2018) apresentaram os resultados de uma pesquisa realizada sobre planos de mobilidade urbana sustentável. Hoffmann e Prause (2018) analisaram e desenvolveram, ainda mais, a estrutura regulatória de robôs de entrega autônomos, destacando as implicações legais. Ainda, Ranieri *et al.* (2018) apresentaram uma revisão das contribuições recentes da literatura científica sobre estratégias inovadoras voltadas para logística de última milha, com foco na redução de custos de externalidades.

Valenzuela-Levi (2018) discorreu que um desafio fundamental para o futuro das cidades é que sociedades mais desiguais correm o risco de produzir desigualdades mais amplas, após a adoção de tecnologias de transporte inteligentes, estritamente voltadas para o setor privado. E Docherthy *et al.* (2018) definiram modos e métodos de governança que podem ser implantados para orientar a transição para mobilidade inteligente.

Por fim, Lyons (2018) examinou a questão do que realmente significa inteligente, revelando uma falta de consenso em termos de cidade inteligente e uma escassez de literatura que busque dar sentido à mobilidade urbana inteligente.

No ano de 2019, os artigos, centrados no continente americano, englobaram o setor de Plano de Mobilidade em pesquisas realizadas por Scheffer *et al.* (2019) e Kuzio (2019). No continente europeu, Anastasiadou e Vougiaris (2019) evidenciaram problemas devidos à implementação indevida ou ineficaz de sistemas de transporte inteligente em meio urbano.

Behrendt (2019) questionou como o ciclismo, uma forma sustentável de mobilidade urbana, é discutido no contexto da cidade inteligente e da internet das coisas (IoT) nos documentos políticos da Comissão Europeia, e como isso se compara às discussões sobre carros. Por fim, Stojanovski (2019) propôs um modelo de escolha de mobilidade, baseado em fatores de forma urbana e acessibilidade, comumente usados em planejamento urbano e práticas de projeto.

Em relação ao ano de 2020, treze artigos foram publicados sobre o tema, nos continentes americano, europeu e asiático. Em 2020, no continente asiático, Ceder (2020) revisou o transporte urbano que provavelmente será oferecido no futuro. E Shah *et al.* (2020) apresentaram um sistema de compartilhamento de passeios denominado Shared Ride, como um meio de transporte sustentável.

No continente americano, Kabir *et al.* (2020) apresentaram uma solução de dois estágios para provisionar e dimensionar uma rede de estação de carga rápida de veículos elétricos, a fim de reduzir a ansiedade de alcance deles, com espera aceitável de tempo e distâncias de viagens mais curtas para carregar. A preocupação em relação à operacionalização dos veículos elétricos também se mostrou presente no mesmo ano no continente europeu por Fachrizal *et al.* (2020), que resumiram estudos de ponta sobre carregamento inteligente, considerando a produção de energia fotovoltaica e o consumo de eletricidade.

No continente europeu, no ano de 2020, dez estudos foram publicados. Por exemplo, Recasens-Alsina (2020) analisou a mobilidade em Barcelona para determinar em que medida a cidade pode ser considerada inteligente, no que diz respeito à mobilidade sustentável. Slavulj *et al.* (2020) apresentaram uma visão geral das tendências atuais da mobilidade como Serviço (MaaS) no mundo, fornecendo as áreas mais proeminentes para

MaaS, bem como os obstáculos mais prováveis. O mesmo tema foi publicado, no ano seguinte, na Oceania, por Butler *et al.* (2021). Estes realizaram uma revisão sistemática da literatura para extrair percepções e desenvolver uma estrutura conceitual para identificar barreiras e riscos relacionados à adoção de MaaS nas cidades.

Anthony Jnr *et al.* (2020) propuseram uma arquitetura multicamadas para apoiar a coleta, processamento, análise e uso de dados de mobilidade no fornecimento de Eletromobilidade como Serviço em cidades inteligentes. Teoh *et al.* (2020) analisaram os fatores associados à participação modal do transporte privado, em cidades de diferentes riquezas. Já Sourbati e Behrendt (2020) examinaram as tendências convergentes de envelhecimento e digitalização, no contexto da mobilidade e dos transportes. Sanchez-Iborra *et al.* (2020) apresentaram uma ampla visão geral das oportunidades e desafios relacionados à integração necessária de veículos a Sistemas Cooperativos-Inteligentes, bem às soluções de comunicação, que já existem no mercado para fornecer conectividade eficiente e de baixo custo.

Outros autores, também no continente europeu, se concentraram em identificar perspectivas de uma mudança modal para bicicletas convencionais e elétricas, tais como Nematchoua *et al.* (2020). Orozco *et al.* (2020) investigaram a estrutura das redes de bicicletas, em cidades ao redor do mundo. Eles descobriram que essas redes consistem em centenas de percursos desconectados, mesmo em cidades favoráveis ao ciclismo e mostraram que investimentos pequenos, mas focados, permitem aumentar, significativamente a conectividade das redes de bicicletas urbanas.

No continente asiático, Tao *et al.* (2021) visaram manter o modelo de estrutura de veículo, com abordagem informada e simplificada, que foi planejada e criada de acordo com o segmento de cidade inteligente. Zhao e Jia (2021) realizaram uma revisão da literatura sobre como os sistemas de transporte inteligentes contribuem para a sustentabilidade ambiental em cidade inteligente. Já Wang *et al.* (2021) compararam a pegada de carbono, de dois modos de transporte no trânsito do campus, ônibus e sistemas de compartilhamento de bicicletas. E Omahne *et al.* (2021) realizaram uma revisão sistemática de pesquisas recentes com ênfase em pesquisas focadas nos aspectos sociais dos veículos elétricos e sua interconexão com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.

Na Oceania, Abduljabbar *et al.* (2021) demonstraram que houve um aumento consistente nos resultados de pesquisas recentes cobrindo os aspectos de sustentabilidade da micromobilidade. E observaram que o corpo de pesquisa atual parece bastante fragmentado em relação ao papel da micromobilidade. Por fim, no continente europeu, Heinisch *et al.* (2021) examinaram as consequências da integração de carros elétricos e ônibus no sistema de energia da cidade de Gotemburgo (Suécia). Já os estudos de Piazza *et al.* (2021), trouxeram como resultados alguns cenários diferentes, de forma a comparar os serviços de mobilidade elétrica, propostos do ponto de vista técnico e econômico, em um estudo de caso, no Campus Savona, da Universidade de Genova (Itália).

Ademais, Ahmed e Fragonara (2021) realizaram uma revisão sistemática para examinar as soluções disponíveis para congestionamento de tráfego e aos problemas associados em cidades inteligentes. Strulak-Wójcikiewicz e Wagner (2021) avaliaram o potencial da economia de compartilhamento para entregas de frete nas cidades polonesas. E Cárcel-Carrasco *et al.* (2021) analisaram, em diferentes cidades europeias, Milão, Praga, Madrid, Paris e Londres, o efeito da redução na circulação de veículos e os níveis de poluição do ar nas cidades avaliadas.

2.3.5 Vias Calmas

As vias calmas são vias que trazem o conceito de moderação de tráfego (*traffic calming*). Este conceito consiste no implemento de um conjunto de medidas para reduzir a velocidade do tráfego e/ou volume do tráfego a fim promover maior segurança nas ruas e habitabilidade, bem como outros propósitos públicos (Ewing; Brown, 2017).

Para que as vias possuam o conceito de moderação de tráfego, são implementadas medidas autoaplicáveis que alteram o comportamento do motorista e melhoram as condições para os demais usuários (não motorizados) das vias. Algumas dessas medidas são: mudanças no alinhamento das ruas, instalação de barreiras, dentre outras medidas físicas (Ewing; Brown, 2017).

Além da diminuição da velocidade e/ou volume do tráfego, tem-se alguns outros propósitos finais que variam conforme as diferentes regiões que aplicam as medidas das vias calmas. Alguns exemplos de vias calmas e suas finalidades almejadas, consoante Ewing e Brown (2017) são: Habitabilidade do bairro, em San Jose, Califórnia; Prevenção do Crime, em Dayton, Ohio; e Reabilitação Urbana em West Palm Beach, na Flórida.

Como resultados, em San Jose, as colisões tiveram uma redução de aproximadamente 57% e a qualidade de vida no bairro foi percebida como melhor (Ewing; Brown, 2017). Em Dayton, houve uma redução de 50% no número de crimes realizados e em West Palm Beach até mesmo um aumento no valor das propriedades (Ewing; Brown, 2017), visto que a implementação de vias calmas melhora o ambiente e a habitabilidade de uma área (Hyden, 2021, *apud* Chng, 2022).

No continente europeu, *Traffic calming* popularizou-se no final dos anos 1960 (Ewing, 1999). Na cidade holandesa de Delft, ruas inicialmente apenas para passagem de veículos passaram a ser áreas compartilhadas com mesas, bancos e vagas de estacionamento se projetando para as ruas e dessa forma criou-se uma pista de obstáculos para veículos e extensão das casas para os residentes (Ewing, 1999).

Em 1976, essa nova configuração foi oficialmente endossada pelo governo holandês e, posteriormente, a ideia se espalhou para outros países como Alemanha, Suécia, Dinamarca, Inglaterra, França, Japão, Israel, Áustria e Suíça (Ewing, 1999). Contudo, essa configuração, com uso extensivo de mobiliário urbano, encareceu os projetos e reduziu motoristas a velocidades de aproximadamente 15km/h, tornando-se viáveis apenas em curtas distâncias e ruas de acesso local (Ewing, 1999).

Desse modo, em 1983, foi endossado pelo governo holandês o *Traffic calming*, uma alternativa de moderação de tráfego envolvendo outras medidas físicas como: mudanças no alinhamento das ruas, instalação de barreiras, dentre outras; outros países como Alemanha, Dinamarca e Grã-Bretanha seguiram também tais medidas (Ewing, 1999).

Ademais, em contrapartida aos benefícios da moderação de tráfego: melhorar a segurança no trânsito, melhorar a qualidade ambiental e melhorar a qualidade dos espaços públicos (Juhász; Koren, 2016) trazidos as vias possuem o conceito de moderação de tráfego, é necessário considerar também os impactos ambientais que a implementação do *Traffic calming* ocasiona, principalmente, quando se trata de veículos ainda movidos a motores a combustão.

Consoante Elvik (2001), a moderação do tráfego é capaz de reduzir o número de acidentes em cerca de 15% em toda a área afetada pelas medidas. Contudo, Tang *et al.* (2019), por exemplo, realizou um estudo em Dublin, Irlanda, em que a mudança dos limites de velocidade demonstrou ter impactos negativos em termos de qualidade do ar.

Assim, embora o trânsito calmo contribua com a segurança rodoviária, esses impactos devem ser considerados e equilibrados com os benefícios trazidos pela redução do limite de velocidade (Tang *et al.*, 2019). Ainda, um pequeno aumento dos limites de velocidade de 30 km/h para 50 km/h já demonstrou contribuir para redução das concentrações de todos os poluentes (NO₂, PM, CO e Benzeno) analisados (Tang *et al.*, 2019).

Desse modo, é necessário que decisores políticos adotem medidas que majorem os benefícios atingidos com as vias calmas, como segurança, habitabilidade, diminuição de acidentes e crimes realizados, complementando com a sustentabilidade ao garantir melhora na qualidade do ar e contribuindo também diretamente na qualidade de vida dos habitantes da região. Ao se tratar de sustentabilidade, é cada vez mais evidente a necessária eliminação progressiva de veículos com motores a combustão e sua substituição por veículos elétricos, especialmente em vias calmas (Tang *et al.*, 2019).

Portanto, frente à necessária adoção de medidas que contribuam de modo significativo para a redução da poluição ambiental gerada pelos atuais meios de transporte urbanos, e proporcionem maior qualidade de vida para as pessoas, corrobora-se a implantação de veículos elétricos superleves em vias calmas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O objetivo deste capítulo é apresentar os métodos e técnicas utilizados na elaboração deste trabalho.

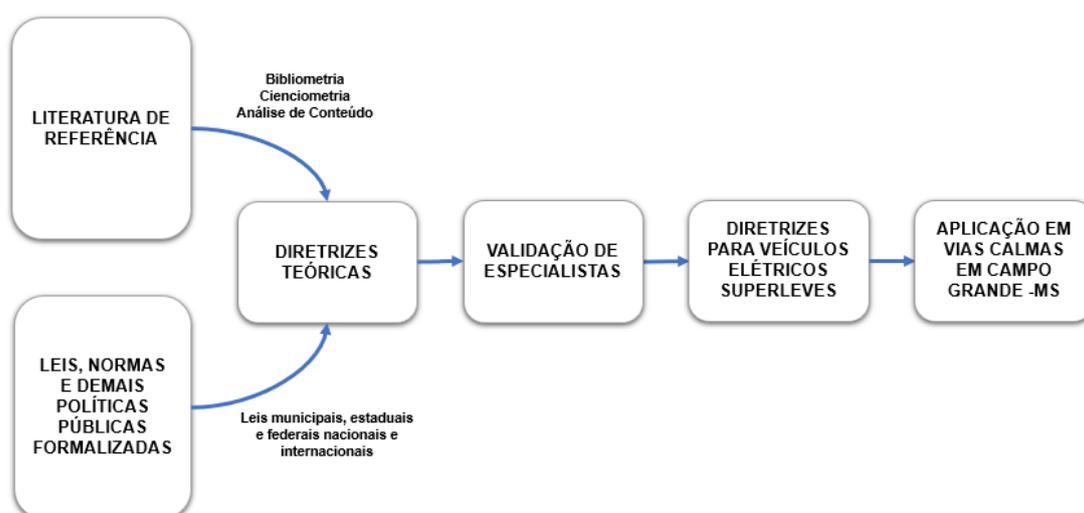
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Conforme Creswell (2009), a natureza de uma pesquisa pode ser qualificada de duas maneiras sendo elas qualitativa e quantitativa ou de uma mescla entre as duas sendo considerada, portanto, uma pesquisa de natureza mista. Nesta pesquisa, será adotada a pesquisa de método misto, visto que incorpora elementos de origem qualitativa (pesquisa bibliográfica e análise de conteúdo) e quantitativa (análise do resultado coleta de dados).

Para alcançar o objetivo estabelecido para esta pesquisa, será utilizada a abordagem metodológica de modelagem teórica (ver fluxograma da Figura 11). A modelagem teórica ou mecanicista é usada para compreensão e previsão e modelos simples com poucos parâmetros são analisados para descobrir características gerais do comportamento do modelo (Clark; Gelfand, 2006).

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

Figura 11: Fluxograma do projeto de pesquisa.



Fonte: Autora (2022).

Os valores dos parâmetros, ao invés dos dados, são as entradas, que podem ser retiradas da literatura, visto que raramente estão disponíveis para os contextos específicos nos quais os modelos são aplicados (Clark; Gelfand, 2006). Assim, a Classificação

Hierárquica Descendente realizada pelo software Iramuteq forneceu embasamento para os parâmetros que entraram no modelo teórico. A literatura qualificada oriunda principalmente de livros e artigos de periódicos indexados serviu de base para estudos bibliométricos, revisão sistemática e de análise de conteúdo (Bollacker; Lawrence; Giles, 2000; Rowley, Slack; 2004; Moher *et al.*; 2009).

Essa literatura foi combinada com regulamentações do Brasil e do mundo, como o Código de Trânsito Brasileiro (Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997), o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001), a Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012), a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC (Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009), o Plano Diretor de Transporte e Mobilidade Urbana do Município de Campo Grande (Decreto nº 12.681, de 9 de julho de 2015), o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental de Campo Grande (Lei Complementar nº 341, de 4 de dezembro de 2018), Plano para Revitalização do Centro de Campo Grande/MS (Lei Complementar nº 161 de 20 de julho de 2010), Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica (Resolução Normativa ANEEL nº 1000 de 7 de dezembro de 2021), Diretiva 2014/94 da União Europeia (2014), Decreto-Lei n.º 90/2014 de Portugal, entre outros que auxiliaram a identificar as categorias de análise para os marcos regulatórios normativos brasileiros.

3.3 CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO DE PESQUISA

Após a identificação das categorias de análise, foram criadas diretrizes teóricas que visam a regulamentação normativa para implantação dos veículos elétricos superleves em vias calmas (ver Apêndice A). Essas diretrizes passaram por um processo de validação por especialistas que atuam com mobilidade urbana e sustentabilidade, como profissionais das áreas de engenharia civil e ambiental, arquitetura e urbanismo, entre outros, através de uma entrevista realizada por meio de formulário digital que está disponível no Apêndice B.

Através da literatura de referência e das legislações vigentes, foram elencadas 48 diretrizes teóricas para implantação de veículos elétricos superleves em vias calmas. As diretrizes foram disponibilizadas para serem avaliadas através de um formulário digital elaborado na plataforma Google *forms* e seguiram a Escala Likert de 5 pontos como ferramenta de medição. Sua validade foi demonstrada por meio de uma abordagem

quantitativa, através do método de Lawshe. Em conformidade com Lawshe (1975), se os especialistas no assunto são percebidos como verdadeiros especialistas, então é improvável que exista uma autoridade superior para contestar a suposta validade do conteúdo.

O formulário foi elaborado na plataforma Google *forms* e realizado online no período de 08 de maio de 2023 a 31 de maio de 2023 e o tempo estimado para preenchimento foi de aproximadamente 10 minutos. Dentro deste período, o horário do dia e o local de resposta estiveram a critério do participante respondente. Ademais, o formulário fora estruturado de modo a permitir que eles sugerissem diretrizes julgadas relevantes e que porventura não haviam sido contempladas nas diretrizes teóricas elencadas. Ainda, permitiu que julgamentos a respeito das diretrizes e da necessidade de modificação delas pudessem ser explanados pelos especialistas respondentes.

O critério de seleção dos especialistas respondentes, que validaram as diretrizes teóricas elencadas nesta pesquisa, deu-se com base em sua titulação e tempo de experiência na área. E, embora o método de Lawshe de validação de conteúdo exija o mínimo de quatro avaliadores para realizar a validação de conteúdo (Lawshe, 1975), nesta pesquisa, fez-se o convite para seis especialistas cujos currículos resumidos estão no Quadro 1, a fim de aumentar ainda mais o valor do modelo. Nota-se que todos têm ampla formação teórica e prática em sustentabilidade, eficiência energética e infraestrutura de transportes e que, desse modo, muito puderam contribuir para a pesquisa.

Quadro 1 – Currículo resumido dos especialistas.

Currículo resumido

Especialista Respondente 1 - Professor Associado Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Graduação, Mestrado e Doutorado USP Estruturas Ambientais Urbanas. Pós-doutorado em Gestão Urbana PUC Campinas. Coordenador do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais 2018-2022; coordenador de Graduação em Arquitetura e Urbanismo 2013-2014; coordenador Especialização Abordagem Contemporânea na Arquitetura e na Cidade 2016; docente de Especialização na FAU-USP (1989-1991); coordenador do Laboratório da Paisagem. Líder do Grupo de Pesquisa ARBOREA Arborização, Recursos Naturais e Sustentabilidade. Associado Sociedade Brasileira de Arborização Urbana SBAU. Membro da International Society of Arboriculture ISA. Membro do CBCN - Comitê Brasileiro de Certificação e Normalização em Arborização Urbana. Ensino, pesquisa e projetos na área de Urbanismo, Paisagem, Infraestrutura Verde e Floresta Urbana.

Especialista Respondente 2 - Professora adjunta Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília (2011). Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em Arquitetura Hospitalar, Gestão de Projetos em Engenharias e Arquitetura, Conforto Ambiental e planejamento urbano. Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional na Universidade Uniderp - Climatologia Urbana; Conforto Ambiental (2016). Doutora em Tecnologias Ambientais na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Climatologia Urbana, Conforto Ambiental (2019). Membro do LabPa (Laboratório da Paisagem) e do LabGIS (Laboratório de Geotecnologias) da UFMS. Docente do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Anhanguera-Uniderp (03/2013 - 01/2023). Docente dos cursos de pós-graduação em Conforto Ambiental e Sustentabilidade, Engenharia de Segurança do Trabalho da Anhanguera-Uniderp (2018 - 2022). Consultora de Conforto Ambiental. Proprietária da Empresa Ateliê de Conforto Ambiental (2018 - 2022). Membro diretoria Instituto de Arquitetos do Brasil - departamento de Mato Grosso do Sul (atual). Membro Comissão de Políticas Urbanas IAB-DN (atual). Conselheira Suplente CAU-MS (atual). Representante Titular do CAU-MS no Conselho Gestor da Área de Proteção Ambiental dos Mananciais do Córrego Lajeado de Campo Grande (atual).

Especialista Respondente 3 - Mestre em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (2020), especializada em Arquitetura, Construção e Gestão de Empreendimentos Sustentáveis pela Unyleya (2019) e possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (2013). Atualmente é professora universitária da Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (UNIDERP/MS). Tem experiência em Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em Recursos Naturais, atuando principalmente nos seguintes temas: sensoriamento remoto, multispectral sensor, grss, sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e percepção ambiental.

Especialista Respondente 4 - Mestre em Eficiência Energética e Sustentabilidade pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), possui especialização em MBA Gerência de Projetos pelo Instituto de Pós-graduação (2014) e graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (2009). Atualmente é analista em infraestrutura de transportes no DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) com atuação na Superintendência Regional de Mato Grosso do Sul. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase nas áreas de Construção Civil, Projetos e Pavimentação.

Especialista Respondente 5 - Analista em infraestrutura de transportes no DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) com atuação na Superintendência Regional de Mato Grosso do Sul (SR/MS). Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (2005). Possui especialização em Planejamento e Gestão Ambiental pela Anhanguera Educacional (ANHANGUERA, Brasil). Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Rodovias; Projeto e Construção; Fiscalização de Obras; Planejamento e Controle Orçamentário.

Especialista Respondente 6 - Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (1983). Possui especialização em Planejamento e Gerenciamento em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/Universidade Federal do Rio Grande do Sul - IPH (2003). Foi Conselheiro Efetivo e Membro do Conselho Municipal de Meio Ambiente de Campo Grande – MS (2017-2022), Conselheiro Efetivo e Membro do Conselho Municipal da Área de Proteção Ambiental da APA Ceroula (2017-2022), Secretário Municipal Adjunto na Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos de Campo Grande – MS (2017-2022), Presidente da Agência Municipal de Regulação de Serviços Públicos (2005-2008) e Secretário Municipal de governo – Prefeitura Municipal de Campo Grande – MS (2005-2008). Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Rodovias, Projeto e Construção, Pavimentação e Fiscalização de Obras.

Fonte: Autora (2023).

As diretrizes finais para implementação de veículos elétricos em vias calmas foram resultado dessa validação. Essas diretrizes foram aplicadas no espaço urbano, no trecho tido como via calma da rua 14 de julho em Campo Grande, capital do Estado de Mato Grosso do Sul, a fim de exemplificação.

3.4 VALIDADE DE CONTEÚDO

Consoante Lawshe (1975), quando todos os membros do painel dizem que a diretriz é essencial, pode-se ter que a diretriz é ou não verdadeiramente essencial, conforme o caso. Contudo, quando a força do consenso se afasta da unidade e aproxima-se dos cinquenta por cento é que surgem os problemas. Ainda, qualquer item cujo desempenho seja tido como essencial por mais da metade dos painelistas, tem algum grau de validade de conteúdo e quanto mais painelistas (além dos 50%) percebem o item como essencial, maior o grau de validade de seu conteúdo (Lawshe, 1975).

Sendo assim, a Taxa de Validade de Conteúdo (CVR) torna-se um indicador de consenso entre os especialistas sobre as diretrizes propostas (Lawshe, 1975). Seguindo o método de Lawshe (1975) seu valor mínimo aceitável varia conforme o número de participantes do questionário de acordo com a fórmula da Equação 1.

$$CVR = \frac{n_e - n/2}{n/2} \quad (1)$$

Onde:

n_e é o número de especialistas que considerarem o item de avaliação essencial;

$n/2$ é o número de especialistas dividido por 2.

Assim, quando menos da metade dos avaliadores diz que a diretriz é essencial, a taxa de validade de conteúdo obtida é negativa. Já quando se tem metade dos avaliadores dizendo que a diretriz é essencial e metade que não, a taxa de validade de conteúdo é nula. Quando todos tomam a diretriz como essencial, a taxa de validade de conteúdo é 1,00. E quando mais da metade dos avaliadores, mas não todos, dizem que a diretriz é essencial, a taxa de validade de conteúdo está em algum lugar entre zero e 0,99. A Tabela 2 a seguir sintetiza os valores de referência de CVR para que a diretriz seja considerada aceitável.

Tabela 2 - Valores mínimos de CVR para diferentes números de participantes.

Número de participantes	Valor mínimo aceitável de CVR
5	0.99
6	0.99
7	0.99
8	0.75
9	0.74
10	0.62
11	0.59
12	0.56
13	0.54
14	0.51
15	0.49
20	0.42
25	0.37
30	0.33
35	0.31
40	0.29

Fonte: Lawshe (1975) adaptado pela Autora (2022).

O índice de validade de conteúdo (CVR) é uma estatística de item que é útil na rejeição ou retenção de itens específicos (Lawshe, 1975). Entretanto, conforme Chadwick *et al.* (1984, apud Allahyari *et al.*, 2011) um coeficiente de confiabilidade igual ou superior a 0,6 é considerado aceitável para uma análise de conteúdo.

A fim de evitar subjetividade de interpretações e melhorar o processo de resposta, será usada a escala Likert de 5 pontos na avaliação das diretrizes conforme usado pela diretriz de Leedy e Ormrod (2001, apud Allahyari *et al.*, 2011). A escala Likert é composta por cinco itens que vão desde a inteira concordância sobre a afirmação realizada até a total discordância da mesma (Bermudes *et al.*, 2016). Desse modo, a escala Likert permite os entrevistados apresentar o grau de intensidade das respostas (Bermudes *et al.*, 2016).

Assim, tem-se:

- 1 = discordo totalmente;
- 2 = discordo parcialmente;
- 3 = não faço ideia;
- 4 = concordo parcialmente;
- 5 = concordo totalmente.

Esses pontos serão convertidos para os cálculos de cada item do seguinte modo:

- Nota likert 4 ou 5, substituído por 2;
- Nota likert 3, substituído por 1;
- Nota likert 1 ou 2, substituído por 0.

Por conseguinte, as diretrizes teóricas finais para implantação dos veículos elétricos superleves em vias calmas foram selecionadas seguindo os seguintes critérios (Allahyari *et al.*, 2011):

- a) Se o CVR for igual ou superior ao valor mínimo aceitável conforme a Tabela 3;
- b) Se o CVR estiver entre 0 e o valor de CVR mínimo tabelado, porém com média dos julgamentos superior a 1,5, visto que valores superiores a 1,5 indicam que a média dos julgamentos está mais próxima dos valores superiores de aceitabilidade.

Ainda, se o CVR for menor que 0 e a média for menor que 1,5, a diretriz deverá ser rejeitada, visto que não foi tida como essencial por pelo menos da metade dos especialistas (Allahyari *et al.*, 2011).

3.5 ÁREA DE APLICAÇÃO DO ESTUDO

Com as diretrizes validadas, foi realizado um estudo na rua 14 de Julho, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, no mês de junho de 2023, para exemplificar o modelo de implantação dos veículos elétricos superleves em vias calmas.

Campo Grande, capital de Mato Grosso do Sul, desempenha um papel fundamental no contexto do estado. Como capital do estado, Campo Grande abriga os principais órgãos governamentais, como a Assembleia Legislativa, o Palácio do Governo e as secretarias estaduais. Portanto, a cidade desempenha um papel crucial na administração pública e nas tomadas de decisão políticas em Mato Grosso do Sul.

Campo Grande é um importante centro econômico em Mato Grosso do Sul. A cidade abriga uma variedade de indústrias, como agropecuária, agricultura, pecuária, comércio e serviços. Além disso, muitas empresas e instituições financeiras têm suas sedes ou filiais na cidade, impulsionando a economia regional e gerando empregos. Como a maior cidade do estado, Campo Grande oferece uma infraestrutura bem desenvolvida e serviços essenciais, como hospitais, universidades, escolas, transporte público e espaços de lazer. Isso atrai pessoas de outras cidades e regiões para buscar serviços e oportunidades disponíveis na capital.

Em resumo, a cidade de Campo Grande desempenha um papel central como centro administrativo, econômico, educacional, cultural e turístico em Mato Grosso do Sul. Sua

influência abrange diversas áreas, tornando-a um ponto de referência vital para o desenvolvimento e progresso do estado.

Campo Grande, Mato Grosso do Sul, é uma cidade que busca por sustentabilidade. A cidade de Campo Grande (MS) foi reconhecida internacionalmente como uma das cidades mais arborizadas do mundo, por 3 anos, pelo programa *Tree Cities of the World* (2021). Ainda, consoante Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2023) a cidade possui uma taxa de arborização de vias públicas de 96,30%.

Somado a isso, tem-se que Campo Grande (MS) é tida como uma unidade populacional com alto grau de urbanização, sendo este de 97,69% segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2017). Ademais, as “Cidades Sustentáveis e Inteligentes necessitam também de meios eficientes de transportes com baixo impacto ambiental” (De Oliveira, 2021, p.21).

Dessa forma, já se faz necessário analisar a mobilidade urbana com vistas a formação de um novo cenário. Segundo o Decreto nº 12.681, o mapa da hierarquia viária de Campo Grande é baseado nas dimensões das vias e não em sua função, o que resulta em distorções como a presença de muitas vias arteriais na área central.

Além disso, o Decreto nº 12.681 sugeriu que a hierarquização deveria ser revista com base no papel que cada via desempenha na circulação urbana, e não exclusivamente com base nas dimensões das vias, considerando inclusive os meios não-motorizados de transporte.

A hierarquização do sistema viário deve ainda ser compatibilizada como uso do solo. Por exemplo, na região central, considerando-se a existência de expressivo comércio e de elevado número de pedestres, é inviável que as vias tenham uma classificação que permite que nela sejam desenvolvidas velocidades de até 60 km/h, como é o caso das vias arteriais (Campo Grande MS, 2015, p.33).

Qual a importância da Rua 14 de julho no centro da cidade de Campo Grande-MS?

A Rua 14 de Julho é uma das ruas mais importantes e simbólicas do centro da cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Ela possui uma série de características que destacam sua importância. Ela é um dos principais polos comerciais de Campo Grande. Ao longo da rua e suas proximidades, encontram-se diversas lojas, restaurantes, bares, cafés, boutiques, agências bancárias e outros estabelecimentos comerciais. Essa concentração

de comércio atrai tanto moradores locais quanto visitantes, tornando a rua um importante ponto de encontro e movimento econômico na região central.

História e tradição: A Rua 14 de Julho possui uma rica história e significado simbólico para a cidade. Ela foi uma das primeiras ruas planejadas e pavimentadas na época da fundação de Campo Grande, em 1899. É uma das principais vias de acesso e circulação no centro da cidade. Ela possui ampla infraestrutura, calçadas largas, pontos de ônibus, ciclovias e passagem de pedestres, contribuindo para a mobilidade urbana e acessibilidade. A rua também é um ponto de partida para outras vias importantes, conectando diferentes regiões de Campo Grande.

Em suma, a Rua 14 de Julho é uma das vias mais emblemáticas de Campo Grande, desempenhando um papel importante no cenário comercial, cultural, histórico e de mobilidade urbana da cidade. Ela tem uma profunda conexão com a identidade e o cotidiano dos campo-grandenses, sendo um ponto de referência e convívio no centro da capital sul-mato-grossense.

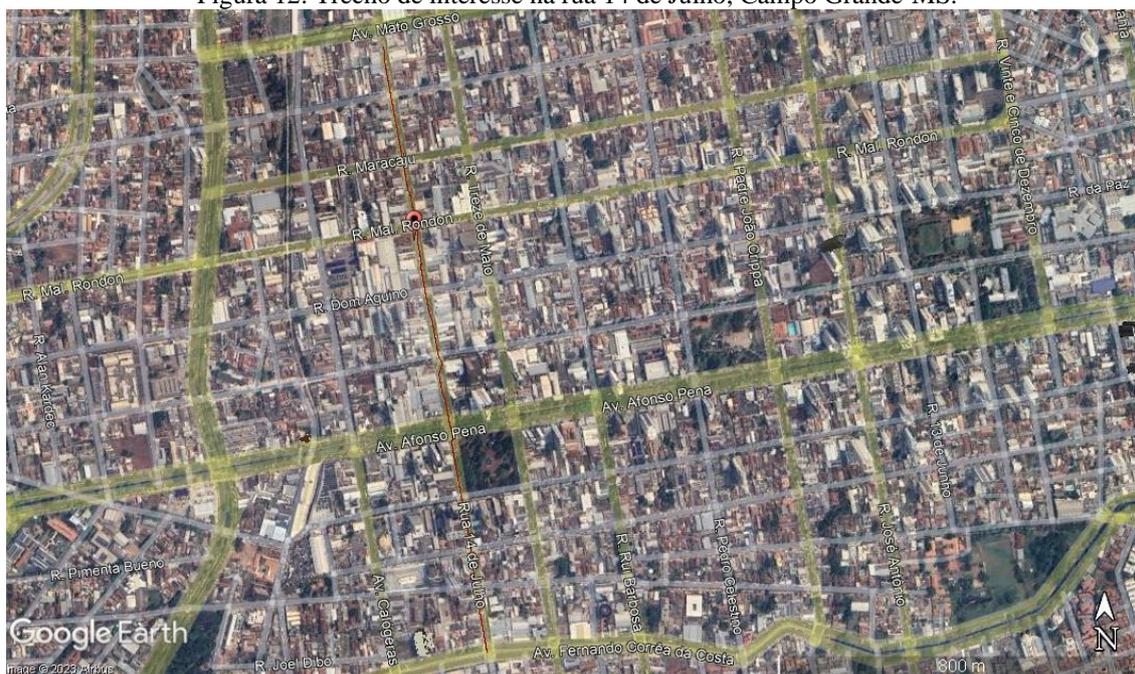
Ainda, a rua 14 de Julho, considerada uma das principais ruas do centro da cidade (Garcia; De Almeida Reis; Silva, 2016, Chaia; Akamine; Dorsa, 2022), sendo uma via importante de comércio e serviços, passou por um processo de requalificação alinhado ao programa Reviva Campo Grande, que conta com investimento do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e contrapartidas do recurso municipal como ampliação da oferta habitacional e dinamização econômica local (Reviva Bid, 2023a).

O Programa Reviva Campo Grande, resultado de anos de pesquisa e planejamento da Prefeitura Municipal de Campo Grande, é um conjunto de intervenções e obras destinadas a dinamizar a economia e qualificar os espaços públicos da região central da cidade (Reviva Bid, 2023a) e reverter a ação de degradação e o fenômeno de esvaziamento do centro de Campo Grande (Reviva Bid, 2023b). Para isso, o programa envolveu setores públicos e entidades privadas a fim de garantir eficiência no transporte coletivo, mobilidade urbana, acessibilidade e fortalecimento dos instrumentos de planejamento e gestão urbana da Prefeitura Municipal (Reviva Bid, 2023a).

O processo de requalificação da rua 14 de Julho ocorreu em sua parte localizada entre as Avenidas Fernando Corrêa da Costa e Mato Grosso, ou seja, por cerca de 1400 metros (Figura 12) e objetivou ampliar o número de frequentadores, fomentar a diversificação de

usos e atividades e estender o horário de funcionamento do comércio (Reviva Bid, 2023a). Para isso, foram realizadas obras de infraestrutura como: pavimentação, alargamento e padronização das calçadas, instalação de mobiliário urbano padrão, paisagismo e arborização, instalação de câmeras de monitoramento e instalação de rede subterrânea de energia elétrica e telecomunicações; e obras de saneamento como: melhorias na rede de distribuição de água, rede coletora de esgoto sanitário e microdrenagem (Reviva Bid, 2023a).

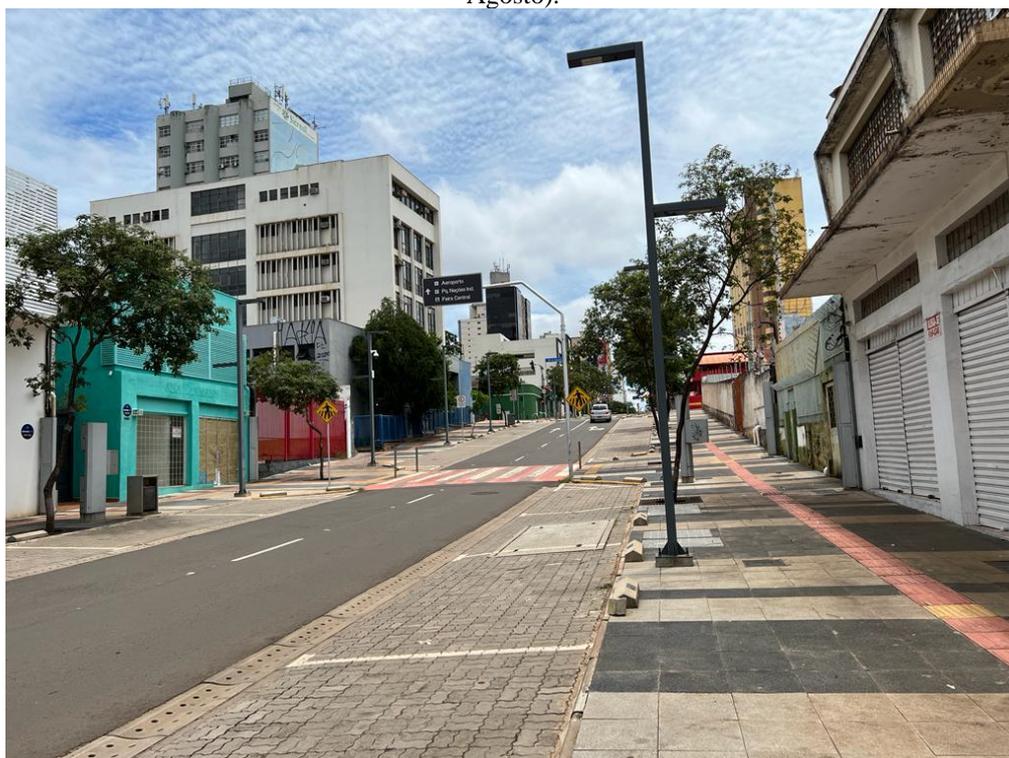
Figura 12: Trecho de interesse na rua 14 de Julho, Campo Grande-MS.



Fonte: Google Earth Pro (2023).

O projeto de requalificação da Rua 14 de Julho teve como principais diretrizes prestigiar o pedestre e valorizar a escala humana (Reviva Bid, 2023b). Isso pode ser notado, entre outros fatores, pela redução no tráfego de veículos para duas faixas de rolamento (Figuras 13 e 14), retirada da circulação de ônibus pela rua e ampliação das áreas úteis das calçadas (Figuras 15). Ademais, para facilitar o fluxo de pedestres e promover um maior grau de acessibilidade e conforto, a altura do meio fio foi reduzida para 0,05m e as esquinas rebaixadas quase ao nível do leito da rua (Reviva Bid, 2023b) conforme pode-se observar na figura 16.

Figura 13: Rua 14 de Julho, Campo Grande-MS (trecho entre as ruas Fernando Correa da Costa e 26 de Agosto).



Fonte: Autora (2023).

Figura 14: Rua 14 de Julho, Campo Grande-MS (trecho entre a rua 15 de Novembro e Av. Mato Grosso).



Fonte: Autora (2023).

Figura 15: Calçadas amplas com presença de mobiliário urbano, rua 14 de Julho, Campo Grande-MS.



Fonte: Autora (2023).

Figura 16: Esquinas rebaixadas e redução da altura do meio fio, rua 14 de Julho, Campo Grande-MS.



Fonte: Autora (2023).

Além disso, observa-se que priorizar a circulação não-motorizada no Centro, ampliar áreas de uso exclusivo para pedestres, diminuir a dependência do transporte individual

motorizado e implantar medidas para reduzir o número absoluto de acidentes, óbitos e grau de severidades no trânsito são objetivos do Plano Diretor de Transporte e Mobilidade Urbana de Campo Grande (Campo Grande, 2015).

O Decreto nº 12.681, propõe ainda a avaliação de alternativas para ciclovias e/ou ciclofaixas para acesso a locais de interesse na região central. Isso, somado ao fato de a rua 14 de julho ter se tornado a primeira via calma do centro da cidade de Campo Grande (CG Notícias, 2019), com velocidade máxima permitida de 40km/h, conforme Figura 17, viabiliza a exemplificação da aplicação das diretrizes em um espaço urbano.

Figura 17: Sinalização de velocidade máxima permitida na rua 14 de Julho, Campo Grande-MS.



Fonte: Autora (2023).

3.6 MATRIZ DE AMARRAÇÃO

Quadro 2 - Matriz de amarração.

Objetivos		Métodos e técnicas
<p>Propor diretrizes para projetos de micromobilidade urbana para veículos elétricos superleves em vias calmas.</p>	<p>Identificar categorias de análise na literatura sobre micromobilidade urbana que podem incluir diversos aspectos como sustentabilidade, eficiência, regulamentação, inovação, satisfação, dentre outros.</p>	<p>Através da análise de conteúdo do referencial teórico, foram identificadas categorias de análise na literatura sobre micromobilidade urbana.</p>
	<p>Criar e validar um conjunto de diretrizes para implantação de veículos elétricos superleves em vias calmas.</p>	<p>Com base na literatura de referência e em regulamentações do Brasil e do mundo, foram criados e validados um conjunto de diretrizes para implantação de veículos elétricos superleves em vias calmas.</p>
	<p>Exemplificar a aplicação das diretrizes em um espaço urbano.</p>	<p>Para cada diretriz validada, foi verificada a adequação da diretriz no trecho tido como via calma da rua 14 de Julho, Campo Grande-MS.</p>

Fonte: Autora (2023).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 VALIDAÇÃO DAS DIRETRIZES

O presente estudo teve como objetivo propor diretrizes para projetos de micromobilidade urbana para veículos elétricos superleves em vias calmas. Após o processo de validação das diretrizes, foi constatado que oito diretrizes não atendiam aos critérios de relevância e aplicabilidade, sendo, portanto, eliminadas. As demais 40 diretrizes foram consideradas pertinentes e aceitas pelos especialistas consultados.

Destaca-se que dez diretrizes obtiveram aprovação máxima (média 2), sendo validadas por todos os especialistas consultados. Essas diretrizes, em sua maioria, estão relacionadas a adoção de medidas que visam a garantir a segurança e o conforto dos pedestres e usuários de veículos elétricos.

Assim, as diretrizes propõem soluções como a tomada de decisões acerca do número, tipo, localização e capacidade das estações de recargas dos veículos elétricos, o planejamento inteligente de rotas, a integração com caminhada, bicicleta e transporte público, a interligação das estações de veículos elétricos superleves com terminais de transporte público, a consideração da qualidade de vida dos cidadãos e dos impactos a curto e longo prazo e a implantação de uma infraestrutura de micromobilidade urbana que garanta a integração entre modais e a segurança no trajeto.

As oito diretrizes eliminadas abordavam, em grande parte, questões relacionadas a medidas regulatórias que visam a redução do uso de veículos movidos a combustíveis fósseis e o estímulo ao uso de alternativas de transporte mais eficientes e menos poluentes. Alguns exemplos são criação de áreas de tarifação urbana para reduzir a circulação de veículos movidos a combustíveis fósseis e a proibição da circulação de veículos com motores a combustão em locais específicos das cidades.

As diretrizes estão apresentadas hierarquizadas em ordem decrescente de aprovação por parte dos especialistas na Tabela 3. Cabe ressaltar que foi sugerido pelos especialistas respondentes o incentivo ao uso de veículos elétricos superleves com isenção de impostos por período de implementação do sistema.

Tabela 3 - Validação de diretrizes por especialistas

Diretrizes	CVR	Média	Resultado
A implantação dos veículos elétricos superleves deve ser realizada de modo que reforce a sensação de conforto, segurança e proteção também para os pedestres.	1,00	2,00	ACEITO
Os veículos elétricos superleves constituem uma proposta inovadora para mobilidade e entrega, sendo adequados para áreas urbanas.	1,00	2,00	ACEITO
Devem ser tomadas decisões acerca do número, tipo (troca de bateria ou de carregamento lento e/ou rápido), localização e capacidade das estações de recargas dos veículos elétricos.	1,00	2,00	ACEITO
O posicionamento estratégico e o provisionamento de capacidade de redes de recarga devem ser compatíveis com a crescente demanda dos próximos anos, visto que a implantação de estações de recarga é um projeto caro.	1,00	2,00	ACEITO
A distribuição das estações de carregamento deve ser realizada de modo inteligente.	1,00	2,00	ACEITO
Realizar um planejamento inteligente de rotas, levando em consideração variáveis como distância a ser percorrida, seguro no trajeto e intermodalidade no transporte, pode contribuir para atingir uma mobilidade sustentável.	1,00	2,00	ACEITO
Para que haja mais espaço para alternativas sustentáveis de viagem nas cidades, é necessária uma maior integração com caminhada, bicicleta e transporte público.	1,00	2,00	ACEITO
As estações de veículos elétricos superleves podem ser interligadas a terminação de algumas linhas de transporte público, criando mais possibilidades de intercâmbio entre modais.	1,00	2,00	ACEITO
Os planos de mobilidade urbana sustentável devem considerar qualidade de vida dos cidadãos, impactos a curto e a longo prazo, grupos afetados e cultura social onde cada medida é aplicada.	1,00	2,00	ACEITO
A implantação de uma infraestrutura de micromobilidade urbana deve garantir integração entre modais e segurança no trajeto.	1,00	2,00	ACEITO
A troca e recarga de bateria e a distância diária de condução e autonomia de bateria são fatores determinantes para necessidade de infraestruturas de recarga.	0,67	1,83	ACEITO
As estações de carregamento também deverão ser inteligentes, isso poderá ser feito através da interação dos veículos elétricos com o consumo de eletricidade.	0,67	1,83	ACEITO
Além do uso de veículos elétricos, fatores como o monitoramento do fluxo de tráfego, ajudariam a garantir um sistema de transporte livre da poluição do ar nas cidades inteligentes.	0,67	1,83	ACEITO
Generalizando a coleta de informações desses veículos, uma infinidade de novos serviços na área de eficiência de tráfego, preservação ambiental e bem-estar do cidadão pode ser alimentada com dados coletados em cenários de Internet de Veículos (IoV).	0,67	1,83	ACEITO
Os sistemas de transporte inteligentes podem ser baseados em infraestrutura ou veículos inteligentes ou uma combinação de ambos.	0,67	1,83	ACEITO
As tarifas de transporte público devem incluir a adoção de um cartão único de usuário para todos os serviços de transporte, incluindo compartilhamento de bicicletas e carros.	0,67	1,83	ACEITO
A micromobilidade urbana deve garantir eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana.	0,67	1,83	ACEITO
As tarifas dos veículos elétricos superleves devem promover a equidade no acesso aos serviços.	0,67	1,83	ACEITO
O uso dos veículos superleves para o transporte de última milha contribui também para melhora da logística da cidade.	0,67	1,67	ACEITO
Deverá ser garantido a integração dos meios de transporte público (no caso, ônibus e veículos elétricos superleves) na região central.	0,67	1,67	ACEITO

A circulação na região central de campo grande deve priorizar meios de transporte alternativos e sustentáveis, que garantam não só mente melhoria ambiental com meios de transporte não motorizados e/ou com motores híbridos (plug-in ou não) e elétricos, mas que também o fácil acesso aos espaços urbanos por pessoas com mobilidade reduzida, gestantes e idosos.	0,67	1,67	ACEITO
Os eletropostos de recarga poderão funcionar também como suporte para anúncios comerciais e/ou informativos desde que tenham autorização da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Gestão Urbana (Semadur).	0,67	1,67	ACEITO
Os preços cobrados aos utilizadores dos veículos elétricos nos pontos de carregamento de acesso público devem ser razoáveis, fácil e claramente comparáveis, transparentes e não discriminatórios.	0,67	1,67	ACEITO
Os pontos de carregamento dos veículos elétricos instalados num local de domínio público com acesso a uma via pública ou equiparada, ou em local privado que permita o acesso do público em geral devem ser de acesso público.	0,67	1,67	ACEITO
As entidades responsáveis pela aprovação das instalações elétricas de pontos de carregamento devem realizar inspeções periódicas aos pontos de carregamento explorados por cada operador.	0,67	1,67	ACEITO
Os eletropostos, se técnica e financeiramente razoável, deverão utilizar sistemas de contadores inteligentes, a fim de permitir um tratamento seguro e flexível dos dados e de contribuir para a estabilidade da rede elétrica graças ao carregamento das baterias a partir da rede em períodos de escassa procura geral de eletricidade.	0,67	1,67	ACEITO
A existência de bicicletários nos pontos de embarque e desembarque dos veículos elétricos promovem uma maior integração entre modais.	0,67	1,67	ACEITO
As atuais tecnologias de interface de carregamento dos veículos elétricos incluem ligações por cabo, mas deverão ser igualmente tidas em conta as futuras tecnologias de interface, como o carregamento sem fios ou a troca de baterias.	0,67	1,67	ACEITO
Os veículos elétricos superleves devem ser projetados de modo a facilitar o carregamento e descarregamento de mercadorias.	0,33	1,67	ACEITO
O carregamento dos veículos elétricos deverá evitar ser realizado nos horários de pico da energia elétrica e ser realizado preferencialmente quando há um pico da produção solar.	0,33	1,67	ACEITO
Deve ser realizado um planeamento de rota, considerando as especificidades dos veículos elétricos, para que haja uma boa transição dos veículos movidos a motores a combustão por aqueles movidos por motores elétricos.	0,33	1,67	ACEITO
A utilização da Internet das Coisas no gerenciamento de tráfego ajuda a reduzir efetivamente quaisquer problemas repentinos de tráfego e aumenta a eficiência do transporte.	0,33	1,67	ACEITO
Deve-se aumentar as capacidades de mobilidade elétrica da cidade e instalar várias estações de recarga convenientemente localizadas para veículos particulares, além de aumentar a capacidade de compartilhamento de carros com veículos elétricos.	0,33	1,67	ACEITO
A demanda dos veículos elétricos superleves será atendida se considerar as necessidades dos usuários considerando viagem pré-definida, caracterizando distância e horários fixos.	0,33	1,67	ACEITO
É interessante que os veículos elétricos superleves façam uma interface com um subsistema de monitoramento ambiental e transmita os dados adquiridos.	0,33	1,50	ACEITO
Os serviços públicos locais e as concessionárias são os atores mais importantes na construção de infraestruturas de estações de carregamento públicas e criação de condições para disseminação de carros elétricos.	0,33	1,50	ACEITO

O trânsito dos veículos elétricos superleves deverá ocorrer nas faixas de rolamento, não necessariamente exclusivas, visto o conceito de vias calmas implementado na região, e não deverá ocorrer sobre passeios, calçadas ou acostamentos.	0,33	1,50	ACEITO
É permitida a recarga de veículos elétricos que não sejam do titular da unidade consumidora em que se encontra a estação de recarga, inclusive para fins de exploração comercial a preços livremente negociados.	0,33	1,50	ACEITO
Pontos estratégicos para instalação dos eletropostos de recarga seriam nos próprios locais de embarque e desembarque de passageiros, como próximos a estações de ônibus.	0,33	1,50	ACEITO
É permitido o tráfego dos veículos elétricos superleves em vias com velocidade máxima permitida de até 40km/h.	0,33	1,50	ACEITO
Áreas de tarifação urbana e os créditos de mobilidade são soluções para reduzir o número de veículos movidos a combustíveis fósseis no centro da cidade ou em zonas específicas da cidade e fortalecer a inserção de modais alternativos nessas regiões.	0,33	1,33	REPROVADO
A atividade de comercialização de eletricidade para a mobilidade elétrica só pode ser exercida por operadores de pontos de carregamento devidamente licenciados.	0,33	1,33	REPROVADO
A remoção de vagas de estacionamento, criação de ruas mais transitáveis e construção de novas infraestruturas podem contribuir para o uso de alternativas de viagem sustentáveis.	0,00	1,33	REPROVADO
Para compartilhamento dos veículos elétricos superleves, as estações poderiam estar disponíveis em intervalos de 300m, a fim de permitir que os usuários tenham acesso imediato para usá-los.	-0,33	1,33	REPROVADO
O gerenciamento de calçadas para micromobilidade compartilhada deve limitar o número de veículos (bicicletas, patinetes e outros dispositivos), as áreas de operação de serviços, áreas de estacionamento designadas e taxas por distância ou duração da viagem cobrados da operadora em troca do uso de espaços públicos com direito a passagem.	0,00	1,17	REPROVADO
Poderá ser estipulado a proibição da circulação de veículos com motores a combustão na rua 14 de julho, na região da requalificação, em horários específicos.	0,00	1,17	REPROVADO
É necessário redesenhar as cidades e bairros espalhados para tornar as alternativas de viagem viáveis a pé, de bicicleta e de transporte público.	-0,33	1,17	REPROVADO
Uma vez que os veículos elétricos superleves têm que compartilhar seu espaço com outros dispositivos de transporte ou pessoas em movimento, áreas ideais de operação são os subúrbios e áreas onde o tráfego é relativamente baixo.	-0,33	0,83	REPROVADO

Fonte: Autora (2023).

4.2 DIAGNÓSTICO SOBRE O POTENCIAL DE APLICAÇÃO DAS DIRETRIZES EM ESPAÇO URBANO

A fim de exemplificar a aplicação das diretrizes validadas pelos especialistas respondentes em um espaço urbano, foi escolhida a rua 14 de Julho, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil, para análise em seu trecho tido como via calma (entre as avenidas Fernando Corrêa da Costa e Mato Grosso), conforme descrito na seção 3.5.

4.2.1 A implantação dos veículos elétricos superleves deve ser realizada de modo que reforce a sensação de conforto, segurança e proteção também para os pedestres.

Para aplicar essa diretriz, é necessário considerar uma série de aspectos relacionados à infraestrutura urbana e à segurança viária.

Em relação à infraestrutura urbana, é importante que a via conte com uma infraestrutura adequada para a circulação de veículos elétricos superleves. Essa infraestrutura inclui a instalação de eletropostos em locais estratégicos, a sinalização adequada para orientar os condutores e os pedestres, e a adequação das calçadas para a circulação segura dos pedestres.

A rua 14 de Julho ainda não possui um projeto de implantação dos veículos elétricos superleves e, desse modo, não possui eletropostos. Do mesmo modo, justifica-se a ausência de sinalização específica para o trajeto desse novo modal.

Em relação às calçadas do trecho em análise da rua 14 de Julho, tem-se que estas passaram por uma ampliação das suas áreas úteis com o processo de requalificação (Reviva Bid, 2023a), conforme apresentado na figura 15 (Seção 3.5), e assim, tem-se também um reforço na sensação de conforto, segurança e proteção para os pedestres.

Em relação à segurança viária, é igualmente importante ressaltar que a via conte com a adoção de limites de velocidade adequados para garantir tanto a segurança dos usuários dos veículos elétricos superleves quanto dos pedestres. O trecho em análise já possui velocidade máxima permitida de 40km/h, vide figura 17 na Seção 3.5.

Assim, corrobora-se ainda que a implantação de veículos elétricos superleves no trecho pode contribuir de forma significativa a uma mobilidade mais inclusiva e sustentável ao proporcionar um modal sustentável, que contribui significativamente para redução da poluição ambiental e acústica da região, e proporciona um trajeto de última milha mais confortável à população, principalmente para aqueles que possuem mobilidade reduzida, idosos e gestantes.

4.2.2 Os veículos elétricos superleves constituem uma proposta inovadora para mobilidade e entrega, sendo adequados para áreas urbanas.

Os veículos elétricos superleves são especialmente adequados para áreas urbanas, pois são projetados para operar em velocidades mais baixas e em distâncias menores (Ranieiri *et al.*, 2018). Além disso, são mais eficientes e menos poluentes do que os veículos movidos a combustíveis fósseis (Pessanha *et al.*, 2011; Ranieiri *et al.*, 2018).

A aplicação desta diretriz na rua 14 de julho, Campo Grande-MS, pode ser realizada por meio da criação de um sistema de entrega de mercadorias baseado em veículos elétricos superleves. Para tanto, é necessário que sejam estabelecidos pontos de recarga estratégicos ao longo da rua, de forma a garantir que os veículos possam operar com autonomia suficiente para realizar as entregas.

Todavia, ressalta-se que o uso de veículos elétricos superleves como mobilidade de entrega em áreas urbanas é útil para entrega de pequenas parcelas, visto que estes veículos são menores e mais leves do que os meios tradicionais (Ranieiri *et al.*, 2018).

Além disso, é importante que sejam estabelecidas regras claras para a circulação desses veículos na rua, de forma a garantir a segurança dos usuários e dos pedestres. Isso inclui a definição de rotas específicas para a circulação dos veículos elétricos superleves, a adoção de limites de velocidade adequados e a sinalização adequada para alertar os condutores e os pedestres sobre a presença desses veículos na via.

Em resumo, a aplicação da diretriz que propõe a utilização de veículos elétricos superleves na rua 14 de julho em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil, constitui uma proposta inovadora para a mobilidade e entrega de mercadorias na área urbana, desde que sejam considerados aspectos relacionados à infraestrutura urbana, à segurança viária e à mobilidade urbana.

4.2.3 Devem ser tomadas decisões acerca do número, tipo (troca de bateria ou de carregamento lento e/ou rápido), localização e capacidade das estações de recargas dos veículos elétricos.

Para que esta diretriz seja validada, é necessário que anteriormente a implantação de veículos elétricos superleves na via calma 14 de julho, seja realizado o levantamento técnico das necessidades do projeto dos eletropostos como: tipo de eletropostos, sua

localização, capacidade de recarga e quantidade dos mesmos, além da avaliação da infraestrutura de energia disponível no local da instalação para avaliar a quantidade de energia disponível na rede elétrica local e fazer adequações necessárias para garantir a capacidade de suprir a demanda das estações de carregamento.

4.2.4 O posicionamento estratégico e o provisionamento de capacidade de redes de recarga devem ser compatíveis com a crescente demanda dos próximos anos, visto que a implantação de estações de recarga é um projeto caro.

A rua 14 de julho, até o momento de finalização desta pesquisa estudo deste trabalho, não possuía estações de recarga para veículos elétricos ao longo da via. E sendo os veículos elétricos uma demanda crescente para os próximos anos (Consoni *et al.*, 2018) e a implantação de estações de recarga um projeto oneroso (Kabir *et al.*, 2020), deve-se realizar um estudo técnico a fim de posicionar estrategicamente os pontos de abastecimento públicos dos veículos elétricos ao longo do trecho tido como via calma da rua 14 de Julho, Campo Grande-MS.

4.2.5 A distribuição das estações de carregamento deve ser realizada de modo inteligente.

Embora haja uma crescente demanda de veículos elétricos (Consoni *et al.*, 2018), tem-se que os incentivos para compra dos veículos elétricos não são suficientes para promover a popularidade dos mesmos (Kabir *et al.*, 2020).

Devido à frequente necessidade de carregamento e um processo de carregamento relativamente lento (Kabir *et al.*, 2020), há uma certa ansiedade de alcance por meio dos motoristas de veículos elétricos (Kabir *et al.*, 2020). Assim, é necessário que haja instalações de carregamento em locais estratégicos para atender a demanda (Kabir *et al.*, 2020).

Em relação à implantação de veículos elétricos superleves na rua 14 de Julho, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, tem-se que o trajeto percorrido pelo modal possui aproximadamente 1400 metros de distância.

Evidentemente, é necessário que seja realizada uma análise de demanda para avaliar a frequência com que os veículos elétricos superleves percorrerão este trajeto. Ademais, deve-se analisar qual será a autonomia média desses veículos no trajeto em questão, bem

como a frequência e o tempo de recarga. Isso, pois a capacidade das estações de recarga afeta, consideravelmente, o planejamento do sistema de transportes, visto que a capacidade das estações de recarga é limitada (Juan *et al.*, 2016).

Entretanto, pode-se afirmar que o alcance disponível é potencialmente suficiente para realizar o trajeto no trecho de via calma da rua 14 de Julho, Campo Grande-MS, diversas vezes ao dia, visto que os veículos elétricos apresentam uma autonomia média de 250 quilômetros (Feng; Figliozzi, 2013). Assim sendo, acredita-se que não haverá preocupações relacionadas à ansiedade de alcance pelos motoristas no trecho analisado.

4.2.6 Realizar um planejamento inteligente de rotas, levando em consideração variáveis como distância a ser percorrida, seguro no trajeto e intermodalidade no transporte, pode contribuir para atingir uma mobilidade sustentável.

Ao considerar a implantação do uso de veículos elétricos superleves em vias calmas, *este* terá sua rota na rua 14 de julho entre Fernando Corrêa da Costa e a Avenida Mato Grosso, visto que esse trecho de requalificação da via tornou-se uma via calma com velocidade máxima de 40km/h (CG Notícias, 2019). A distância do trajeto é de aproximadamente 1400 metros.

Como a rua 14 de julho conta com mão única e duas faixas de rolamento, pode-se pensar na implantação de uma via de contrafluxo exclusivo para os veículos elétricos superleves, visto que as ruas adjacentes como a rua Calógeras e a rua Treze de Maio não passaram pelo processo de revitalização e não se tornaram vias com velocidades máximas permitidas de 40km/h, o que pode não fornecer uma sensação de segurança aos usuários de veículos elétricos superleves.

4.2.7 Para que haja mais espaço para alternativas sustentáveis de viagem nas cidades, é necessária uma maior integração com caminhada, bicicleta e transporte público.

É almejado que a transferência entre diferentes modos de transporte nas cidades seja realizada de maneira contínua, a fim de obter acessibilidade aceitável dentro das cidades (Menichetti; Van Vuren, 2011; Garau *et al.*, 2016; Ceder; 2020).

O trecho revitalizado da rua 14 de julho possui amplas áreas úteis de calçadas (Figura 14, seção 3.5) e assim facilitam o fluxo de pedestres e promovem maior conforto na região (Reviva Bid, 2023a). E, embora não tenha ciclovia, possui bicicletários ao longo de toda extensão do trecho tido como via calma (Figuras 18 e 19).

Figura 18: Bicicletário na rua 14 de Julho com Av. Afonso Pena, Campo Grande-MS.



Fonte: Autora (2023).

Figura 19: Bicicletário na rua 14 de Julho com a rua 15 de Novembro, Campo Grande-MS.



Fonte: Autora (2023).

Entretanto, com o processo de requalificação, foi retirada a circulação de ônibus na rua 14 de Julho (Reviva Bid, 2023a). Assim, é relevante observar que mesmo com a integração entre caminhada, bicicleta e transporte público nem sempre os espaços urbanos possuem fácil acesso até o trajeto de última milha para pessoas com mobilidade reduzida, idosos e gestantes.

Desse modo, tem-se que os veículos elétricos superleves podem vir a suprir essa lacuna na micromobilidade e fornecer ainda uma nova alternativa sustentável de viagem nas cidades. Assim, a implantação de veículos elétricos superleves na área de exemplificação já estaria atendendo a diretriz proposta.

4.2.8 As estações de veículos elétricos superleves podem ser interligadas a terminação de algumas linhas de transporte público, criando mais possibilidades de intercâmbio entre modais.

É sugerido, para se adequar a esta diretriz, que as estações dos veículos elétricos superleves sejam alocadas na rua 14 de Julho entre as ruas 15 de Novembro e a Avenida Afonso Pena. Isso, pois há na região pontos de ônibus (Figuras 20), ciclovias (Figura 21), ponto de táxi (Figura 22) e ponto de mototáxi (Figura 23).

Figura 20: Ponto de Ônibus Av. Afonso Pena em frente à praça Ary Coelho, Campo Grande-MS.



Fonte: Autora (2023).

Figura 21: Ciclovía Av. Afonso Pena, Campo Grande-MS.



Fonte: Autora (2023).

Figura 22: Ponto de táxi rua 14 de Julho, em frente à praça Ary Coelho, Campo Grande-MS.



Fonte: Autora (2023).

Figura 23: Ponto de mototáxi na Av. Afonso Pena em frente à praça Ary Coelho, Campo Grande-MS.



Fonte: Autora (2023).

Além disso, há na região a Praça Ary Coelho (Figura 24). “Atualmente, a Ary Coelho é intensamente movimentada no horário comercial, frequentada por aqueles que circulam à espera do transporte coletivo, já que as suas laterais transformaram se em grandes pontos de ônibus [...]” (Oliveira Neto, 2003, p.61).

Ademais, além dos pontos de transbordo de ônibus, taxi e mototáxi, tem-se uma concentração de vendedores ambulantes (Oliveira Neto, 2003; Dos Santos Junior; Junior, 2017) que ajudam a promover pontos turísticos na região central (Dos Santos Junior; Junior, 2017).

Ainda, tem-se que praça mostra que “sua territorialização está sedimentada com a valorização do comércio, presente nos arredores da praça, assim como dentro dela” (Dos Santos Junior; Junior, 2017). E consoante Faracco e Dorsa (2016), as praças possuem um papel importante na promoção do desenvolvimento local, visto que são pontos de referência para relações interpessoais.

Além disso, conforme tratado na diretriz 4.2.7, a integração dos diversos tipos de transporte com os veículos elétricos superleves na rua 14 de Julho fornece uma maior

acessibilidade no trajeto de última milha na região no trecho em questão, um dos principais da região central da cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

Figura 24: Praça Ary Coelho, Campo Grande-MS.



Fonte: Autora (2023).

4.2.9 Os planos de mobilidade urbana sustentável devem considerar qualidade de vida dos cidadãos, impactos a curto e a longo prazo, grupos afetados e cultura social onde cada medida é aplicada.

Os veículos elétricos superleves podem ajudar a mudar a percepção das pessoas em relação a mobilidade e sustentabilidade. A preocupação com questões ambientais tem aumentado, e os veículos elétricos surgem como uma alternativa menos agressiva em termos de emissão de gases de efeito estufa em comparação aos veículos movidos a combustíveis fósseis (Comodi, 2016; Fachrizal et al., 2020; Botton et al., 2021).

Assim, os veículos elétricos superleves podem contribuir para a redução da poluição sonora e da poluição ambiental nas cidades (Comodi, 2016; Fachrizal et al., 2020; Botton et al., 2021), o que contribui para uma melhor qualidade de vida para as pessoas. O baixo nível de ruído de um veículo elétrico pode melhorar o ambiente sonoro urbano,

contribuindo positivamente para a sensação de bem-estar dos habitantes e aumentando a qualidade de vida em áreas urbanas densamente povoadas e em locais com intenso fluxo de circulação de pessoas, como no caso da Rua 14 de Julho, que possui um intenso comércio e elevado número de pedestres (Campo Grande, 2015; Franco *et al.*, 2022).

Ademais, a requalificação da Rua 14 de Julho teve como objetivo ainda ampliar o número de frequentadores na região (Reviva Bid, 2023a). Assim, a integração de veículos elétricos superleves como parte da cultura de mobilidade na região central de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, também pode contribuir para a criação de uma nova cultura em torno da mobilidade urbana sustentável.

À medida que essa tecnologia se torna mais comum nas cidades, as pessoas são apresentadas a novos modos de transporte e têm a oportunidade de reavaliar suas escolhas de mobilidade. Ainda, a implantação de um modal emergente, adequado a pessoas com mobilidade reduzida, idosos, gestantes e deficientes pode contribuir para garantir equidade almejada nos Planos de Mobilidade Urbanos (Kuzio; 2019).

Assim, pode haver uma aceitação mais ampla de modo de transporte sustentável e inclusivo e se estender para outros locais da cidade que oferecem benefícios em termos do meio ambiente, bem como em termos de estilo de vida, contribuindo para uma cidade mais saudável e agradável para todos.

4.2.10 A implantação de uma infraestrutura de micromobilidade urbana deve garantir integração entre modais e segurança no trajeto.

É importante que a infraestrutura de micromobilidade seja pensada de forma integrada, permitindo que os usuários possam transitar pelos diferentes modais com facilidade e segurança. E tal como tratado na diretriz do item 4.2.7, a integração entre modais contribui com a acessibilidade desejável nas cidades (Menichetti; Van Vuren, 2011; Garau *et al.*, 2016; Ceder; 2020).

Para garantir a integração entre modais quando se trata dos veículos elétricos superleves propostos para fazer o trajeto no trecho tido como via calma da Rua 14 de Julho (entre as avenidas Fernando Corrêa da Costa e Mato Grosso), Campo Grande, Mato Grosso do Sul, é interessante que sejam alocados pontos de embarque em desembarque de passageiros dos veículos elétricos superleves próximos a Praça Ary Coelho, conforme tratado na

diretriz do item 4.2.8, visto a possibilidade de integração com diversos outros modais de transporte como ônibus, táxis, bicicletas e carros.

Outro aspecto importante é a segurança no trajeto realizado tanto pelos usuários dos veículos elétricos superleves como pelos demais usuários das vias como pedestres e ciclistas. Assim, é essencial que as ruas da cidade sejam adaptadas para reduzir a velocidade do trânsito (tal como no trecho analisado), e contenham sinalizações, marcações no pavimento ou outras soluções inovadoras que facilitem a identificação desses veículos pelos demais usuários da via 14 de Julho, Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

Portanto, por meio da implantação de uma infraestrutura de micromobilidade urbana que garanta a integração entre modais e a segurança no trajeto, os veículos elétricos superleves podem atuar de forma efetiva na última milha do trajeto analisado, proporcionando uma alternativa de mobilidade sustentável e eficiente para a população na região central, além de contribuir para mitigação de externalidades negativas dos atuais meios de transporte urbanos.

4.2.11 A troca e recarga de bateria e a distância diária de condução e autonomia de bateria são fatores determinantes para necessidade de infraestruturas de recarga.

Segundo Juan *et al.* (2016) a troca e recarga de bateria, a distância diária de condução e autonomia de bateria são fatores determinantes para os gestores públicos se atentarem sobre a necessidade de se construir infraestruturas de recargas.

Em relação ao trajeto de veículos elétricos superleves no trecho de via calma da Rua 14 de Julho, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, tem-se, conforme descrito na diretriz do item 4.2.5, um grande potencial de alcance dos veículos elétricos superleves, visto que o trajeto a ser realizado possui uma distância de aproximadamente 1400 metros e autonomia média de veículos elétricos superleves tida como 250 km (Feng; Figliozzi, 2013).

Entretanto, deve-se analisar como será o comportamento da bateria desses veículos no trajeto em questão (ao se considerar a topografia do terreno, peso embarcado, condições atmosféricas e das vias, entre outros) e assim, a autonomia média, a frequência e o tempo

de recarga para então determinar as infraestruturas de recarga necessárias para atender os veículos elétricos superleves ao longo do trecho em análise.

4.2.12 As estações de carregamento também deverão ser inteligentes, isso poderá ser feito através da interação dos veículos elétricos com o consumo de eletricidade.

As estações de carregamento de veículos elétricos podem se tornar inteligentes, por meio de soluções tecnológicas que permitam a interação entre os veículos elétricos e o sistema de fornecimento de energia (Mwasilu *et al.*, 2014; Fachrizal *et al.*, 2020).

Os veículos elétricos podem se comunicar com as estações de carregamento inteligentes, trocando informações sobre a disponibilidade de energia e o momento adequado para realizar o carregamento (Mwasilu *et al.*, 2014), desse modo, tem-se uma otimização da utilização da energia elétrica.

Para atender a esta diretriz, os eletropostos de recarga projetados para atender o cenário de micromobilidade urbana com os veículos elétricos superleves na Rua 14 de Julho, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, devem ser inteligentes.

Isso significa que o carregamento dos veículos elétricos deve ser programado para ser evitado no momento de pico de consumo de energia elétrica na cidade, a fim de evitar a sobrecarga da rede elétrica (Mwasilu *et al.*, 2014; Zhao; Jia, 2021). Essa configuração permite ainda, além do alívio de sobrecarga na rede, um beneficiamento de tarifas mais acessíveis durante o carregamento.

Ainda, com a penetração de veículos elétricos na mobilidade urbana, é muito provável que a energia solar fotovoltaica seja implantada para fins de carregamento e suporte à rede (Mwasilu *et al.*, 2014; Zhao; Jia, 2021).

Assim, é interessante que no cenário de micromobilidade urbana na rua 14 de Julho em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, o abastecimento dos veículos elétricos superleves ser realizado prioritariamente através de uma geração de energia fotovoltaica em detrimento a energia fornecida na rede, conforme mais detalhado na diretriz do item 4.2.30.

Ainda, ao tornar as estações de carregamento de veículos elétricos inteligentes, é possível garantir um uso mais eficiente e sustentável da energia elétrica, ampliando o potencial de mobilidade elétrica e tornando-a uma solução viável para a transição energética requerida na situação atual.

4.2.13 Além do uso de veículos elétricos, fatores como o monitoramento do fluxo de tráfego, ajudariam a garantir um sistema de transporte livre da poluição do ar nas cidades inteligentes.

Conforme Zhao e Jia (2021), a sustentabilidade no transporte transcende a gestão de emissões de veículos e inclui o estabelecimento de sistemas de planejamento de transporte meticulosos que garantam a segurança do tráfego rodoviário. Desse modo, a fim de somar a contribuição ambiental e social dos veículos elétricos superleves na região central, é interessante que além do uso de veículos elétricos superleves haja também um sistema de monitoramento do fluxo de tráfego.

A maioria das cidades usa câmeras nas vias para obter informações sobre os veículos. (Zhao; Jia, 2021). Essas informações são então transmitidas a um centro de gerenciamento de tráfego urbano e possibilita que seja feito um desvio no tráfego, quando necessário, a fim de reduzir congestionamentos (Zhao; Jia, 2021).

Em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, existe um projeto para implantação de semaforização inteligente que permitirá o monitoramento do tráfego nas vias em que o sistema for implantado (Diário Digital, 2021). Inicialmente, essa instalação será realizada na rua Rui Barbosa, devido ao fluxo intenso de veículos e passagem de linhas de ônibus que ligam os bairros ao centro da cidade (Diário Digital, 2021).

A semaforização inteligente contará com um controlador e um sistema de comunicação que liga os equipamentos à uma central de controle (Diário Digital, 2021). Assim, será feito um controle em tempo real do tráfego que permitirá interferências e coordenação dos tempos semafóricos remotamente de modo a alterar tempos de espera conforme o fluxo de tráfego (Diário Digital, 2021).

É previsto ainda que após a implantação de semaforização inteligente na rua Rui Barbosa, haja a extensão da semaforização inteligente para toda a cidade (Diário Digital, 2021). Assim, poderá ser instalado um sistema de monitoramento do fluxo de tráfego na rua 14

de Julho, permitindo a gestão de trânsito na região em análise, e desse modo atender a diretriz proposta.

4.2.14 Generalizando a coleta de informações desses veículos, uma infinidade de novos serviços na área de eficiência de tráfego, preservação ambiental e bem-estar do cidadão pode ser alimentada com dados coletados em cenários de Internet de Veículos (IoV).

Veículos elétricos voltados para micromobilidade urbana já estão substituindo automóveis e motocicletas em cenários urbanos e causam um impacto positivo na pegada de carbono da mobilidade urbana e, conseqüentemente, na saúde dos habitantes da cidade (Sanchez-Iborra *et al.*, 2020). Dentro desse cenário, tem-se um nicho de novas tecnologias de informação e comunicação a fim de melhorar a eficiência do tráfego e garantir a segurança, ao mesmo tempo em que se reduzem as emissões nas áreas urbanas (Sanchez-Iborra *et al.*, 2020).

A internet de veículos é uma tecnologia que permite a comunicação entre veículos e a infraestrutura de transporte e possibilita a coleta e troca de informações em tempo real (Sanchez-Iborra *et al.*, 2020; Zhao; Jia, 2021). A adoção da Internet de veículos em veículos elétricos superleves na Rua 14 de Julho, Campo Grande, MS, tem o potencial de coletar dados relevantes desses veículos, que poderão contribuir para uma ampla gama de novos serviços relacionados à eficiência de tráfego, preservação ambiental e bem-estar do cidadão.

Por meio da Internet de Veículos, os veículos elétricos superleves poderão ser equipados com sensores que podem monitorar a poluição do ar, radiação solar, ruído e dados de navegação para analisar padrões de movimento, detectar áreas insalubres e recomendar itinerários verdes (Sanchez-Iborra *et al.*, 2020).

Assim, a Internet de Veículos presentes nos veículos elétricos superleves pode contribuir para a preservação ambiental, uma vez que os dados coletados permitiriam uma melhor compreensão do impacto da mobilidade elétrica na redução da emissão de gases poluentes. Ainda, essa informação pode servir como base para fortalecer políticas públicas e incentivos voltados à promoção da mobilidade sustentável na cidade de Campo Grande.

Ademais, consoante Zhao e Jia (2021) sensores nos veículos podem detectar condições de risco, como frenagens bruscas ou mudanças repentinas de direção, e alertar tanto o motorista quanto as autoridades responsáveis pela segurança do trânsito. Desse modo, a Internet de Veículos nos veículos elétricos superleves pode contribuir para o bem-estar do cidadão ao permitir o desenvolvimento de serviços preservando a segurança e conforto dos usuários.

Em suma, a adoção da Internet de Veículos em veículos elétricos superleves na Rua 14 de Julho, em Campo Grande, MS, possui um amplo potencial para a coleta de informações desses veículos e a contribuição para uma variedade de novos serviços relacionados à eficiência de tráfego, preservação ambiental e bem-estar do cidadão. Através da análise dos dados coletados, é possível tomar decisões mais inteligentes para melhorar a mobilidade urbana e proporcionar uma experiência de transporte mais segura e sustentável.

4.2.15 Os sistemas de transporte inteligentes podem ser baseados em infraestrutura ou veículos inteligentes ou uma combinação de ambos.

Os sistemas de transporte inteligentes são caracterizados pelo uso prioritário de tecnologias de informação para melhorar a eficiência e a segurança dos sistemas de transporte (Sanchez-Iborra *et al.*, 2020). Esses sistemas podem ser baseados em infraestrutura inteligente, em veículos inteligentes ou em uma combinação de ambos (Sanchez-Iborra *et al.*, 2020).

Em primeiro lugar, os veículos elétricos superleves contam com recursos tecnológicos que contribuem para o aumento da eficiência energética, reduzindo a emissão de gases poluentes no transporte urbano (Comodi, 2016; Fachrizal *et al.*, 2020; Botton *et al.*, 2021).

Além disso, trazem a possibilidade de integração com infraestrutura existente, tornando possível a coleta e compartilhamento de dados que auxiliam no gerenciamento do tráfego urbano (Andaloro *et al.*, 2015; Sanchez-Iborra *et al.*, 2020). Assim, os veículos elétricos superleves apresentam características que permitem a sua adequação aos sistemas de transporte inteligentes.

Na Rua 14 de Julho, o uso de veículos elétricos superleves como transporte de última milha poderia atender aos requisitos dos sistemas de transporte inteligentes, por meio de uma operação totalmente controlada e integrada com a infraestrutura urbana.

Os veículos poderiam ser equipados com sensores e sistemas de navegação, que permitiriam uma comunicação em tempo real com a infraestrutura local, responsável pelo gerenciamento do tráfego urbano. Esta troca de informações iria auxiliar tanto os motoristas quanto a organização do tráfego, permitindo uma gestão mais harmoniosa do sistema de transporte e promovendo uma experiência de viagem mais segura e eficiente para os usuários.

Como conclusão, é possível afirmar que a utilização de veículos elétricos superleves como transporte de última milha na Rua 14 de Julho se enquadra entre as possibilidades dos sistemas de transporte inteligentes. Ao adotar esse sistema nos veículos elétricos superleves, é possível obter ganhos em eficiência, sustentabilidade e segurança na mobilidade urbana, proporcionando a melhor experiência de viagem para os usuários.

4.2.16 As tarifas de transporte público devem incluir a adoção de um cartão único de usuário para todos os serviços de transporte, incluindo compartilhamento de bicicletas e carros.

A adoção de um cartão único de usuário para todos os serviços de transporte é uma iniciativa que tem como objetivo aumentar a eficiência e a comodidade na utilização do transporte público (Neves, 2013). Ainda de acordo com o mesmo autor, esta alternativa, se bem executada, pode fornecer uma solução integrada e simplificada para o usuário.

Os veículos elétricos superleves apresentam vantagens em relação à sustentabilidade (Schneider *et al.*, 2014; Fachrizal *et al.*, 2020; Abduljabbar *et al.*, 2021) e são uma alternativa para a melhoria do transporte público ao se apresentarem como uma alternativa sustentável para o deslocamento de última milha (Abduljabbar *et al.*, 2021).

Neste sentido, a sugestão do uso de veículos elétricos superleves como transporte de última milha na Rua 14 de Julho, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, pode apresentar uma alternativa eficiente de transporte e atender às exigências da implementação do cartão único de usuário pelo compartilhamento de serviços de mobilidade urbana. Eles podem ser fornecidos por empresas de compartilhamento, de

maneira semelhante às bicicletas e aos carros compartilhados, e se tornar uma opção acessível e conveniente para o usuário se locomover no trajeto de última milha da Rua 14 de Julho, em Campo Grande, MS.

Além disso, esses veículos podem ser integrados à rede de serviços de transporte público, interoperando com o cartão único do usuário, proporcionando, assim, um sistema de transporte mais eficiente, seguro e contínuo. Neto (2016, p. 10) traz que “uma rede de transporte integrada contribui para melhorar a qualidade de vida da população ao diminuir o tempo e os custos dos deslocamentos e ainda possibilita um aumento na acessibilidade aos equipamentos urbanos”.

Consoante Garau *et al.* (2016) algumas terminações de linhas de transporte públicos em cidades como Barcelona, Paris, Curitiba e Stuttgart, são interligadas com estações de veículos elétricos. Essas interligações proporcionam a criação de nós intermodais úteis para a racionalização dos vários serviços e criam mais possibilidades de intercâmbio entre meios privados e públicos (Garau *et al.*, 2016).

Assim, a adoção de veículos elétricos superleves juntamente com o cartão único de usuário pode oferecer aos usuários uma alternativa de transporte sustentável e proporcionar um deslocamento mais acessível (principalmente para pessoas com mobilidade reduzida, idosos e gestantes) na região central de Campo Grande, com redução de tempo e custos, e fornecer uma experiência de mobilidade mais eficiente e agradável para os usuários.

4.2.17 A micromobilidade urbana deve garantir eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana.

A micromobilidade inclui modos de transporte leves e de baixa emissão, como bicicletas, patinetes, *scooters* elétricas, veículos elétricos superleves, entre outros (Dediu, 2019) e tem como um de seus objetivos fornecer opções de viagens de curta distância, incluindo viagens de primeira e última milha (Abduljabbar *et al.*, 2021).

Algumas maneiras de os veículos elétricos superleves, sugeridos como opção de micromobilidade no trecho de via calma em análise garantem eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana encontram-se na redução do impacto ambiental, visto que são menos poluentes do que os veículos tradicionais e, desse modo, contribuem para

a melhoria da qualidade do ar na região (Comodi, 2016; Fachrizal *et al.*, 2020; Botton *et al.*, 2021) e na acessibilidade para o trajeto de última milha (Andaloro *et al.*, 2015; Ranieri *et al.*, 2018)

Além disso, os veículos elétricos superleves contribuem para uma maior efetividade na utilização do espaço urbano, pois ocupam menos espaço nas ruas quando comparados aos veículos tradicionais (Ranieiri *et al.*, 2018). Isso permite o uso mais eficiente do espaço público e a redução da demanda por espaços de estacionamento (Ranieiri *et al.*, 2018).

Assim, sua eficiência, eficácia e efetividade se demonstra por meio da correta realização de suas funções, que inclui a diminuição dos índices de poluição ambiental e sonora na região, melhorar a acessibilidade no trajeto de última milha e maior efetividade na utilização do espaço urbano. Assim, contribui diretamente à saúde e ao bem-estar dos cidadãos, com um cenário de mobilidade inteligente, eficiente e sustentável.

4.2.18 As tarifas dos veículos elétricos superleves devem promover a equidade no acesso aos serviços.

As políticas públicas e incentivos econômicos devem ser pensados de forma a promover a equidade no acesso aos serviços de veículos elétricos superleves na Rua 14 de Julho em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Para isso, isenções fiscais, ao menos durante o período de implementação do sistema, podem ajudar a atingir tal objetivo.

Recomenda-se, com base na diretriz sugerida na etapa anterior de validação das diretrizes teóricas, que o governo ofereça isenções de impostos durante o período de implantação do sistema na Rua 14 de Julho, Campo Grande-MS. Conseqüentemente, por meio de incentivos econômicos, o preço da tarifa dos veículos elétricos superleves poderá ser ofertado de maneira menos onerosa, tornando o serviço de última milha na via acessível para a população.

4.2.19 O uso dos veículos superleves para o transporte de última milha contribui também para melhora da logística da cidade.

Consoante Ranieri *et al.* (2018), a maior parte das mercadorias entregues acaba no centro das cidades. Ainda, são necessárias combinações de veículos novos, estações ou pontos de proximidade, logística urbana colaborativa e cooperativa e otimização da gestão e

roteirização dos transportes para reduzir externalidades negativas no transporte referentes a logística urbana (Ranieiri *et al.*, 2018).

Como os veículos elétricos superleves ocupam menos espaço nas ruas e são mais ágeis do que os veículos pesados (Ranieiri *et al.*, 2018) são capazes de se mover facilmente pelo tráfego urbano, proporcionando uma entrega mais rápida e eficiente de mercadorias e serviços (Ranieiri *et al.*, 2018). Além disso, os veículos elétricos superleves contribuem para redução de emissões atmosféricas e de ruídos de diversas ordens (Ranieiri *et al.*, 2018).

Assim, com as combinações necessárias, o uso dos veículos superleves para o transporte de última milha pode contribuir para melhorar a logística na região central, como no caso da Rua 14 de Julho, ao contribuir para a redução do tempo de entrega, redução de congestionamentos, maior flexibilidade e redução de emissões.

4.2.20 Deverá ser garantido a integração dos meios de transporte público (no caso, ônibus e veículos elétricos superleves) na região central.

Bem como descrito nas diretrizes 4.2.7, 4.2.8 e 4.2.10, ao se estabelecer pontos de embarque e desembarque de veículos elétricos superleves em frente à praça Ary Coelho, na Rua 14 de Julho (entre a rua 15 de novembro e a Avenida Afonso Pena), garante-se a integração entre o transporte público e os veículos elétricos superleves na região.

Isso, pois as laterais da praça Ary Coelho se transformaram em grandes pontos de transbordo de transporte público (Oliveira Neto, 2003), além de pontos de taxi e mototáxi, e assim a região conta com um intenso fluxo de pessoas (Oliveira Neto, 2003; Dos Santos Junior; Junior, 2017).

4.2.21 A circulação na região central de Campo Grande (MS) deve priorizar meios de transporte alternativos e sustentáveis, que garantam não somente melhoria ambiental com meios de transporte não motorizados e/ou com motores híbridos (plug-in ou não) e elétricos, mas que também o fácil acesso aos espaços urbanos por pessoas com mobilidade reduzida, gestantes e idosos.

Conforme o Decreto nº 12.681, mais de 11% da população do Município de Campo Grande-MS apresentam mobilidade reduzida (deficiências que dificultam enxergar,

caminhar ou subir escadas) e precisam ter oportunidade de se deslocar e acessar as oportunidades e mesmo os serviços públicos que o espaço urbano oferece.

Assim, a implantação de veículos elétricos superleves, inicialmente na região central, mas que posteriormente poderá se estender para outras regiões da cidade, contribuem com acessibilidade acessível no ambiente urbano (Menichetti; Van Vuren, 2011; Garau *et al.*, 2016; Ceder; 2020), principalmente para pessoas com mobilidade reduzida, idosos e gestantes.

Ademais, os veículos elétricos superleves contribuem para mitigação das externalidades negativas presentes nos atuais meios de transporte urbano, ao fornecer uma opção de viagem alternativa e sustentável que contribua para melhoria do ambiente urbano e da qualidade de vida da população (Schneider *et al.*, 2014; Fachrizal *et al.*, 2020).

4.2.22 Os eletropostos de recarga poderão funcionar também como suporte para anúncios comerciais e/ou informativos desde que tenham autorização da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Gestão Urbana (Semadur).

Conforme Procobre (2020), um dos modos de explorar o serviço de recarga de veículos elétricos é plotar o totem dos eletropostos com campanhas publicitárias e cobrar pela exposição dos anúncios. Todavia, segundo o Decreto nº 15.026 (2021, Art. 17) “toda comunicação visual e, em especial os anúncios indicativos localizados na área de intervenção do Programa Reviva Centro, somente poderão ser instalados após a emissão de autorização expedida pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Gestão Urbana (SEMADUR).” O Decreto nº 15.026 traz ainda que qualquer alteração na característica, dimensão ou estrutura de sustentação dos anúncios publicitários implica na exigência imediata de nova autorização.

Assim, para que a diretriz seja acatada na implantação dos veículos elétricos superleves na Rua 14 de Julho, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, para que os eletropostos de recarga possam conter anúncios publicitários é necessário que haja prévia autorização da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Gestão Urbana (SEMADUR).

4.2.23 Os preços cobrados aos utilizadores dos veículos elétricos nos pontos de carregamento de acesso público devem ser razoáveis, fácil e claramente comparáveis, transparentes e não discriminatórios.

Os preços cobrados pelo uso dos pontos de carregamento de veículos elétricos devem ser razoáveis e transparentes, garantindo que todos os usuários sejam tratados de forma igualitária e evitando qualquer tipo de discriminação (Portugal, 2017). E, tendo em vista a diretriz do item 4.2.24, os pontos de carregamento dos veículos elétricos superleves instalados na Rua 14 de Julho, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, devem permitir carregamento também de outros veículos elétricos que não os superleves.

Além disso, é importante que esses preços sejam facilmente comparáveis, permitindo que os usuários possam escolher entre diferentes opções de pontos de carregamento com base nos custos e na localização (Portugal, 2017). Dessa forma, a expansão da rede de carregamento de veículos elétricos pode ser incentivada e tornar a tecnologia mais acessível para toda a população.

4.2.24 Os pontos de carregamento dos veículos elétricos instalados num local de domínio público com acesso a uma via pública ou equiparada, ou em local privado que permita o acesso do público em geral devem ser de acesso público.

De acordo com a legislação em vigor em algumas regiões do mundo, como o Decreto-Lei n.º 60/2017 por exemplo, os pontos de carregamento de veículos elétricos instalados em locais de domínio público com acesso a uma via pública ou equiparada, bem como aqueles instalados em locais privados que permitem o acesso do público em geral, devem ser de acesso público.

Isso significa que qualquer proprietário de um veículo elétrico deve ter o direito de utilizar o eletroposto para recarregar seu veículo independentemente de qualquer outra condição. Assim, mesmo que os eletropostos instalados no trecho de via calma da rua 14 de julho possuam a finalidade primária de recarga de veículos elétricos superleves utilizados como solução de micromobilidade na região central, estes deverão também ser estações de recarga para qualquer outro veículo movido a motor elétrico.

Essa medida tem como finalidade incentivar a adoção de veículos elétricos, ao mesmo tempo em que garante que a infraestrutura de carregamento esteja disponível e acessível a todos, promovendo uma transição mais justa e equitativa para a mobilidade elétrica.

4.2.25 As entidades responsáveis pela aprovação das instalações elétricas de pontos de carregamento devem realizar inspeções periódicas aos pontos de carregamento explorados por cada operador.

As entidades responsáveis pela aprovação das instalações elétricas de pontos de carregamento de veículos elétricos devem realizar inspeções periódicas, garantindo a segurança e a qualidade dos pontos de carregamento (Portugal, 2014).

A realização das inspeções tem como objetivo verificar a conformidade das instalações com as normas e regulamentações aplicáveis, bem como garantir o desempenho máximo dos equipamentos, que os mesmos estejam sempre em boas condições de uso e operação para os usuários e evitar a ocorrência de falhas técnicas ou situações inseguras (Portugal, 2014).

De modo geral, a aprovação de instalações elétricas está sujeita às normas e regulamentações estabelecidas pelos órgãos públicos responsáveis, como agências reguladoras, concessionárias de energia e secretarias municipais. Todavia, tem-se que não há ainda nenhuma norma ou regulamentação específica aplicável para região em análise.

Ainda, alguns dos órgãos públicos que podem vir a ser responsáveis no processo de aprovação e inspeção periódica de eletropostos na rua 14 de julho, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul são: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), órgão regulador do setor elétrico brasileiro, ao estabelecer normas e regulamentações aplicáveis; a concessionária de energia elétrica local (Energisa), responsável pela distribuição de energia; a Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos de Campo Grande, ao emitir normas e regulamentações específicas para a cidade e o Corpo de Bombeiros de Mato Grosso do Sul, ao exigir aprovação das instalações para garantir a segurança contra incêndios.

4.2.26 Os eletropostos, se técnica e financeiramente razoável, deverão utilizar sistemas de contadores inteligentes, a fim de permitir um tratamento seguro e flexível dos dados e de contribuir para a estabilidade da rede elétrica graças ao carregamento das baterias a partir da rede em períodos de escassa procura geral de eletricidade.

Com os contadores inteligentes, é possível coletar e gerenciar dados sobre o consumo de energia, permitindo um melhor controle e planejamento da infraestrutura de carregamento, além de fornecer informações precisas aos usuários sobre o uso da energia elétrica (Bandeira, 2015).

Além disso, a utilização desses sistemas permite que as baterias dos veículos sejam carregadas a partir da rede em períodos de escassez de procura geral de energia, garantindo a estabilidade do sistema elétrico e evitando a sobrecarga da rede durante os períodos de pico de demanda (Fachrizal *et al.*, 2020).

Portanto, se técnica e financeiramente possível, é interessante que os eletropostos instalados na rua 14 de Julho, possuam a tecnologia de contadores inteligentes. Assim, tem-se uma melhoria da eficiência e a confiabilidade da infraestrutura de carregamento e contribuir para a estabilidade da rede elétrica de forma mais sustentável.

4.2.27 A existência de bicicletários nos pontos de embarque e desembarque dos veículos elétricos promovem uma maior integração entre modais.

A promoção da integração entre diferentes modos de transporte é uma tendência crescente em todo o mundo e promove acessibilidade aceitável dentro das cidades (Menichetti; Van Vuren, 2011; Garau *et al.*, 2016; Ceder; 2020). Assim, a existência de bicicletários nos pontos de embarque e desembarque de veículos elétricos é uma prática relevante para favorecer a integração dos diferentes modos de transporte e contribui para eficiência da mobilidade urbana de modo sustentável.

A Rua 14 de Julho, conforme tratado na diretriz 4.2.7, embora não possua espaço destinado exclusivamente à circulação de ciclistas ao longo da mesma, possui bicicletários nos cruzamentos ao longo de todo trajeto de via calma (Reviva Bid, 2023b). Desse modo, pontos de embarque e desembarque de passageiros dos veículos elétricos superleves próximos aos limites das quadras atenderão tal diretriz.

Além disso, ao promover a existência de bicicletários em tais locais, os usuários dos veículos elétricos que não possuam mobilidade reduzida podem ser incentivados a utilizar também alternativas sustentáveis de viagem na região, como a bicicleta por exemplo. E assim, essa diretriz contribui ainda para que a cidade atinja uma mobilidade urbana mais sustentável, eficiente e integrada.

4.2.28 As atuais tecnologias de interface de carregamento dos veículos elétricos incluem ligações por cabo, mas deverão ser igualmente tidas em conta as futuras tecnologias de interface, como o carregamento sem fios ou a troca de baterias.

A escolha da tecnologia de interface de carregamento dos eletropostos instalados no trecho de via calma da rua 14 de julho, Campo Grande-MS, deve ser feita de forma estratégica, considerando não apenas as necessidades atuais, mas também as tendências e mudanças futuras em relação aos veículos elétricos e à mobilidade urbana.

Entre as tendências futuras de carregamento de veículos elétricos, tem-se que a tecnologia de carregamento sem fio utiliza a transmissão de energia elétrica por indução magnética para recarregar as baterias dos veículos elétricos, dispensando a necessidade de conexão via cabo (Jorgetto, 2015).

Já a troca de baterias envolve a substituição rápida das baterias esgotadas de um veículo elétrico por outras totalmente carregadas (Juan *et al.*, 2016). Isso possibilita a continuidade da viagem sem a necessidade de esperar pela recarga das baterias.

Ambas as tecnologias são promissoras e têm o potencial de tornar a infraestrutura de recarga de veículos elétricos mais conveniente e eficiente para os usuários. No entanto, é importante continuar investindo em pesquisas e desenvolvimento que visem aprimorar essas tecnologias, para que possam se tornar ainda mais eficientes e confiáveis e favorecer ainda mais o uso de veículos elétricos na mobilidade urbana (Jorgetto, 2015).

Ainda, em relação aos atuais meios de recarga dos veículos elétricos (via cabo), Jorgetto (2015, p. 31) traz que “é importante que haja uma fusão de padrões e tecnologias de carregamento de modo a garantir flexibilidade entre tecnologias de veículos e estações de carregamento”. Ademais, o carregamento eficiente dos veículos elétricos superleves é um fator crucial para a viabilidade de sua utilização, tornando-se ainda mais necessário no contexto de um centro comercial movimentado como o de Campo Grande.

Nesse sentido, é fundamental que os veículos elétricos superleves projetados para esse contexto considerem a integração com a infraestrutura de eletropostos, visando a garantir a capilaridade da rede e, conseqüentemente, a disponibilidade deles para os usuários.

Ainda, que haja possibilidade de recarga rápida e eficiente em pontos estratégicos distribuídos ao longo do centro.

4.2.29 Os veículos elétricos superleves devem ser projetados de modo a facilitar o carregamento e descarregamento de mercadorias.

No atual contexto da mobilidade urbana, os veículos elétricos vêm se destacando como uma alternativa sustentável para a redução das emissões de gases poluentes e a melhoria da qualidade de vida nas cidades (Schneider *et al.*, 2014; Fachrizal *et al.*, 2020). Ainda, segundo Juan *et al.* (2016), os veículos elétricos são ideais para fazer a distribuição de produtos leves com baixo impacto de poluentes nos centros das cidades. Esse fato deve-se principalmente à ausência de liberação de gases do efeito estufa e ao tamanho reduzido dos veículos, que os permite fácil acesso a ruas congestionadas e com vagas de estacionamento limitadas (Juan *et al.*, 2016).

Nesse contexto, é fundamental que a concepção e o design desses veículos elétricos superleves considerem a necessidade de facilitar o carregamento e descarregamento de mercadorias, a fim de favorecer sua utilização por comerciantes e demais usuários. Ainda, sendo a rua 14 de Julho uma via importante de comércios e serviços do centro de Campo Grande, Mato Grosso do Sul (Garcia; De Almeida Reis; Silva, 2016, Chaia; Akamine; Dorsa, 2022), é interessante que os veículos elétricos superleves, implantados como alternativa de transporte de última milha na região, contem com um design que permita o transporte de mercadorias.

Dessa forma, favorece-se a construção de uma cidade mais sustentável e eficiente em termos logísticos e se contribui para a redução de emissões de gases poluentes e para a diminuição do tráfego de veículos de carga pesada – especialmente em áreas comerciais – além de favorecer a segurança e a eficiência do transporte urbano de mercadorias.

4.2.30 O carregamento dos veículos elétricos deverá evitar ser realizado nos horários de pico da energia elétrica e ser realizado preferencialmente quando há um pico da produção solar.

A mobilidade elétrica vem despontando como uma alternativa promissora para reduzir as emissões de gases poluentes e melhorar a sustentabilidade do setor de transportes (Schneider *et al.*, 2014; Fachrizal *et al.*, 2020; Procobre, 2020). No entanto, o

carregamento dos veículos elétricos tem apresentado desafios do ponto de vista da operação do sistema elétrico, em especial em períodos de alta demanda (Botsford; Szczepanek, 2009; Fachrizal *et al.*, 2020; Kabir *et al.*, 2020).

Nesse sentido, é fundamental que o carregamento dos veículos elétricos evite ser realizado nos horários de pico da energia elétrica, quando a demanda é mais alta e o sistema elétrico pode estar sobrecarregado (Fachrizal *et al.*, 2020; Kabir *et al.*, 2020). Essa medida contribui para reduzir o risco de interrupções no fornecimento de eletricidade e para preservar a estabilidade do sistema como um todo (FachrizAL *et al.*, 2020).

Procobre (2020, p. 27) traz que:

Em um dos eletropostos do projeto de pesquisa da Celesc, a concessionária catarinense instalou um sistema de armazenamento de energia. O motor de refrigeração para manter o sistema em funcionamento fica em um container ao lado do equipamento e atua de forma a evitar aumento de demanda na rede em horário de pico, pois armazena a energia durante a noite para utilização ao longo do dia.

Ao mesmo tempo, o carregamento dos veículos elétricos deve ser buscado preferencialmente em momentos em que há um pico da produção solar, para aproveitar ao máximo o potencial da fonte renovável em questão e, consoante Chrispim, De Souza e Simões (2019), para que se possa reduzir a quantidade de emissões associadas ao ciclo de vida dos veículos elétricos. Esse pode ser um ponto-chave no contexto da Rua 14 de Julho, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

Ademais, os eletropostos instalados ao longo do trecho em análise estarão sujeitos a intempéries, como sol e chuva e “uma das alternativas para equalizar o custo com a energia em estações externas é a instalação de placas fotovoltaicas para geração de energia própria” (Procobre, 2020, p.26).

Dessa forma, seria interessante que os eletropostos instalados na Rua 14 de Julho, Campo Grande-MS, contassem com a instalação de placas fotovoltaicas tanto para maximizar os ganhos ambientais quanto para uniformizar custos de instalação. Todavia, é evidente que o carregamento dos veículos elétricos deve ser realizado levando em consideração as demandas e desafios específicos de cada região e contexto urbano.

Para acatar esta diretriz, no caso da Rua 14 de Julho, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil, é fundamental buscar soluções que integrem de forma inteligente e sustentável o carregamento dos veículos elétricos com a produção de energia solar, visando a otimização do sistema elétrico e a promoção da mobilidade urbana sustentável.

4.2.31 Deve ser realizado um planejamento de rota, considerando as especificidades dos veículos elétricos, para que haja uma boa transição dos veículos movidos a motores a combustão por aqueles movidos por motores elétricos.

Para se realizar um planejamento de rotas para veículos elétricos na Rua 14 de Julho, é interessante que haja um mapeamento da infraestrutura existente, identificação das necessidades específicas, estudo da autonomia dos veículos em relação à via e desenvolvimento de ferramentas que auxiliem os motoristas a planejarem suas rotas de forma eficiente.

Em relação ao mapeamento das estações de recargas existentes, não há ainda estações de recarga instaladas ao longo do trecho em análise. Sugere-se, conforme a diretriz do item 4.2.8, que locais próximos a áreas de embarque/desembarque de outros modais e cruzamentos importantes sejam pontos estratégicos para as novas estações.

Deve-se também identificar áreas de maior fluxo de veículos elétricos, para que o planejamento de rotas considere esses pontos críticos e preveja soluções para evitar congestionamentos. Consoante Franco *et al.* (2022, p.886) “há uma maior dinâmica de circulação nas quadras localizadas entre a Av. Afonso Pena e a Rua Marechal Cândido Mariano Rondon”. Essas áreas, consideradas áreas quentes (Franco *et al.*, 2022), podem vir a ser também áreas de maior fluxo de circulação dos veículos elétricos superleves, devido a intensa circulação de pessoas.

Todavia, conforme Feng e Figliozzi (2013) a tecnologia das baterias melhora rapidamente e, em sua maioria, os veículos elétricos apresentam uma autonomia de cerca de 250 km. O trecho proposto para circulação possui aproximadamente 1,4 km de extensão. Assim, o alcance disponível é potencialmente suficiente para realizar o trajeto diversas vezes ao dia, não havendo grandes riscos de os veículos ficarem sem carga durante o percurso.

Por fim, embora o trecho proposto para implantação dos veículos elétricos superleves seja um trecho relativamente curto, é interessante que haja um sistema de navegação para

veículos elétricos que indique as estações de recarga disponíveis ao longo da rota, permitindo que os motoristas planejem paradas para recarga.

4.2.32 A utilização da Internet das Coisas no gerenciamento de tráfego ajuda a reduzir efetivamente quaisquer problemas repentinos de tráfego e aumenta a eficiência do transporte.

Conforme Zhao e Jia (2021), a Internet das Coisas refere-se à conexão de dispositivos inteligentes e à coleta de dados em tempo real que podem ser usados para melhorar a eficiência e a segurança do tráfego nas cidades. Quando aplicada ao gerenciamento de tráfego, a Internet das Coisas pode ajudar a reduzir efetivamente problemas repentinos de tráfego e aumentar a eficiência do transporte (Zhao; Jia, 2021).

Algumas maneiras pelas quais a Internet das Coisas pode ser aplicada na Rua 14 de Julho em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, com o objetivo de melhorar a eficiência do tráfego e garantir que os problemas sejam resolvidos rapidamente são a instalação de câmeras e sensores que podem ser usados para coletar informações em tempo real sobre o volume e as condições de tráfego.

A rua 14 de Julho conta com câmeras de segurança, conforme figura 25, que auxiliam ações da Guarda Civil Metropolitana na preservação do patrimônio público (atos de vandalismo) e em ocorrências policiais (CG Notícias, 2020). Entretanto, a instalação de câmeras de monitoramento nas vias pode ajudar também a monitorar o fluxo de tráfego, detectar congestionamentos e ajudar com ações de emergência no trânsito (Zhao; Jia, 2021).

Além disso, com a Internet das Coisas, serviços de emergência podem ser alertados sobre acidentes na via em tempo real, permitindo que equipes de emergência sejam acionadas imediatamente para prestar assistência à população (Zhao; Jia, 2021).

Ainda, conforme tratado na diretriz do item 4.2.13, tem-se em Campo Grande um projeto de semaforização inteligente que permitirá o monitoramento do tráfego nas vias a fim de ajustar os tempos dos semáforos para acomodar o volume de veículos circulantes (Diário Digital, 2021) e assim melhorar a eficiência do transporte urbano e a segurança no trânsito.

Figura 25: Câmera de segurança rua 14 de Julho, Campo Grande-MS.



Fonte: Autora (2023).

Inicialmente, será realizada a instalação da semaforização inteligente na rua Rui Barbosa (Diário Digital, 2021), mas é interessante que posteriormente seja implantado o sistema de semaforização inteligente também no trecho de via calma da Rua 14 de Julho. Isso, pois a implantação de medidas como essas pode ajudar a tornar a rua mais amigável e segura para pedestres e motoristas, além de melhorar o fluxo de tráfego durante períodos críticos.

4.2.33 Deve-se aumentar as capacidades de mobilidade elétrica da cidade e instalar várias estações de recarga convenientemente localizadas para veículos particulares, além de aumentar a capacidade de compartilhamento de carros com veículos elétricos.

É certo que ainda não há instalações de eletropostos ao longo da Rua 14 de Julho. Assim, é fundamental a instalação de eletropostos na região tanto para atender às necessidades dos veículos elétricos superleves quanto para aumentar a capacidade de mobilidade elétrica na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

A instalação de estações de carregamento de veículos elétricos ao longo da Rua 14 de Julho é fundamental para implantar um sistema de veículos elétricos superleves no trecho em análise como alternativa sustentável para trajeto de última milha na região. Essas estações de carregamento podem ser instaladas em estacionamentos de rua ou em locais públicos específicos para essa finalidade.

Tem-se ainda, conforme descrito na diretriz do item 4.2.24, que as mesmas instalações devem ser de acesso público e possibilitar a recarga de veículos elétricos particulares do público em geral. Assim, qualquer proprietário de um veículo elétrico deve ter o direito de utilizar os eletropostos de recarga instalados na rua 14 de Julho. Isto colabora para que se aumente a capacidade da mobilidade elétrica na cidade.

Os veículos elétricos superleves na rua 14 de Julho, se não utilizados como meios de transporte público, podem ser disponibilizados para aluguel para os cidadãos através da criação de um sistema de compartilhamento. Esse sistema poderia ser operado por meio de aplicativos ou websites específicos e assim permitir que os usuários reservem um veículo de acordo com sua necessidade.

De todo modo, ao implementar essas medidas, Campo Grande contribui para redução da emissão de gases de efeito estufa, redução da emissão de ruído no transporte urbano e assim com uma melhora da qualidade de vida dos cidadãos.

Ainda, essas iniciativas na região central podem incentivar a reprodução em outros locais da cidade, bem como contribuir para a transição para mobilidade elétrica, visto incentivo a instalação de eletropostos também em vias públicas e assim colaborar para tornar a mobilidade urbana mais sustentável.

4.2.34 A demanda dos veículos elétricos superleves será atendida se considerar as necessidades dos usuários considerando viagem pré-definida, caracterizando distância e horários fixos.

A rua 14 de Julho é uma das vias com maior concentração de pessoas da região central da cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul (Oliveira Neto, 2003; Franco et al., 2022). Assim, para atender às necessidades dos usuários de veículos elétricos superleves na via em questão é importante considerar as demandas de viagens que caracterizam viagem pré-definida, distâncias e horários fixos.

Para atender a esta diretriz, a implantação dos veículos elétricos superleves no trecho em análise pode funcionar de forma similar aos sistemas de transporte públicos. Assim, pode haver horários e paradas pré-estabelecidas, visto que a rota já seria estabelecida como o trecho de via calma da rua 14 de Julho.

É importante considerar também que estas informações de distância e horários fixos sejam de fácil acesso à população. Assim, a disponibilidade dessas informações para os usuários pode ser repassada de por meio de painéis informativos instalados nas estações de recarga e nas áreas de embarque e desembarque estabelecidas.

Além disso, o repasse dessas informações dos veículos elétricos superleves na rua 14 de Julho pode ser realizado também via aplicativos ou sites específicos para fornecer horários de chegada e saída em tempo real aos usuários, bem como pode-se utilizar das redes sociais para informar aos usuários sobre informações relevantes.

4.2.35 É interessante que os veículos elétricos superleves façam uma interface com um subsistema de monitoramento ambiental e transmita os dados adquiridos.

Os veículos elétricos superleves, quando projetados de forma apropriada, podem funcionar como uma espécie de sentinelas ambientais móveis, coletando continuamente dados sobre diversos parâmetros ambientais durante seu trajeto (Andaloro *et al.*, 2015). Assim, a aplicação desta diretriz possibilita fornecer um panorama detalhado e dinâmico sobre as condições ambientais no centro da cidade. Com um sistema de infomobilidade, eles podem recolher, processar e transmitir os dados de posicionamento e funcionamento do veículo a um centro de assistência e fazer interface com um subsistema de monitoramento ambiental (Andaloro *et al.*, 2015).

A integração dos veículos elétricos superleves com um subsistema de monitoramento ambiental pode trazer benefícios importantes para o gerenciamento urbano sustentável, contribuindo para o melhor entendimento das dinâmicas ambientais na região central de Campo Grande, mais especificamente na rua 14 de Julho, e para a tomada de decisões baseadas em evidências.

Em suma, a integração entre veículos elétricos superleves e sistemas de monitoramento ambiental representa uma oportunidade importante de se explorar novas formas de gerar

e compartilhar conhecimento sobre as dinâmicas socioambientais das cidades, contribuindo para um planejamento e gestão urbanos mais conscientes e sustentáveis.

4.2.36 Os serviços públicos locais e as concessionárias são os atores mais importantes na construção de infraestruturas de estações de carregamento públicas e criação de condições para disseminação de carros elétricos.

Como importante via urbana de Campo Grande, Mato Grosso do Sul (Garcia; De Almeida Reis; Silva, 2016, Chaia; Akamine; Dorsa, 2022), a Rua 14 de Julho pode se beneficiar de medidas que incentivem a promoção da mobilidade urbana sustentável e, neste caso, da adoção de veículos elétricos superleves. Para que isso ocorra, a implantação de infraestruturas de estações de carregamento públicas é essencial, devendo ser feita por meio de uma parceria entre os serviços públicos locais e as concessionárias.

Os serviços públicos locais podem atuar como articuladores na definição e aprovação das políticas públicas, com o objetivo de estimular o investimento em infraestruturas de estações de carregamento públicas por parte das empresas concessionárias, enquanto estas poderão oferecer serviços de carga em horários estratégicos, com a implementação de tarifas diferenciadas para incentivar a utilização dos pontos de carga em horários de menor demanda, o que otimiza o consumo de energia elétrica.

Por fim, a trava da relação entre serviços públicos locais e concessionárias em prol da implantação de infraestruturas de estações de carregamento públicas é essencial para o sucesso da implantação de veículos elétricos superleves na região da Rua 14 de Julho, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, e proporciona condições propícias para a redução dos impactos ambientais na região bem como a promoção da mobilidade sustentável.

4.2.37 O trânsito dos veículos elétricos superleves deverá ocorrer nas faixas de rolamento, não necessariamente exclusivas, visto o conceito de vias calmas implementado na região, e não deverá ocorrer sobre passeios, calçadas ou acostamentos.

O trânsito de veículos elétricos superleves possui características peculiares que merecem ser consideradas em relação às vias de circulação urbana. Dentre outras particularidades, é importante destacar que esses veículos apresentam menor massa e menor velocidade máxima se comparados a outros tipos de veículos (Dediu, 2019).

Nesse sentido, em áreas urbanas que seguem o conceito de vias calmas, como o trecho em análise da rua 14 de Julho, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, é recomendável que os veículos elétricos superleves circulem nas faixas de rolamento, não necessariamente em faixas exclusivas, mas sim em faixas compartilhadas com outros veículos. Esse modelo de circulação leva em conta a concepção de um espaço de fluxo mais seguro e amigável para todos os usuários da via, que prioriza a convivência pacífica de pedestres, ciclistas e veículos de todas as categorias.

Por outro lado, é importante destacar que os veículos elétricos superleves não devem ser permitidos a circular sobre passeios, calçadas ou acostamentos, uma vez que essas vias são destinadas exclusivamente à circulação de pedestres (Brasil, 1997). Além disso, a circulação de veículos sobre calçadas e passeios é prejudicial à segurança e à mobilidade dos pedestres, podendo gerar conflitos e acidentes.

Tem-se que a rua 14 de julho é mão única e conta com duas faixas de rolamento. Assim, para que esta diretriz esteja presente nesse sistema de implantação e os veículos elétricos superleves não trafeguem sobre passeios, calçadas ou acostamentos, pode-se pensar na implantação de uma via de contrafluxo exclusivo para este modal na própria rua 14 de Julho conforme discussão no item 4.2.6. ou, ampliar a área de circulação desse modal, em um trajeto pelas ruas adjacentes que possibilite o retorno deles para os pontos iniciais sugeridos, entre a rua 15 de Novembro e a Avenida Afonso Pena.

Entretanto, ressalta-se que as vias adjacentes não são tidas como vias calmas e, desse modo, será necessário um estudo de viabilidade para o trânsito desses veículos. Além disso, o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) proíbe a circulação de ciclomotores em vias de trânsito rápido e sobre as calçadas das vias urbanas (Brasil, 1997). Nessa configuração, recomenda-se que haja destinação de faixa exclusiva para o tráfego de veículos elétricos superleves.

CICLOMOTOR - veículo de 2 (duas) ou 3 (três) rodas, provido de motor de combustão interna, cuja cilindrada não exceda a 50 cm³ (cinquenta centímetros cúbicos), equivalente a 3,05 pol³ (três polegadas cúbicas e cinco centésimos), ou de motor de propulsão elétrica com potência máxima de 4 kW (quatro quilowatts), e cuja velocidade máxima de fabricação não exceda a 50 Km/h (cinquenta quilômetros por hora) (Brasil, 2020, anexo I).

Em vista disso, é fundamental que a circulação dos veículos elétricos superleves seja planejada com cuidado, em diálogo com a comunidade local e considerando as demandas

específicas de cada área urbana. A consolidação de um modelo de circulação seguro e eficiente para os veículos elétricos superleves representa um importante passo rumo à promoção da mobilidade urbana sustentável, em que a convivência pacífica e a segurança de todos os usuários da via são consideradas prioridades essenciais.

4.2.38 É permitida a recarga de veículos elétricos que não sejam do titular da unidade consumidora em que se encontra a estação de recarga, inclusive para fins de exploração comercial a preços livremente negociados.

Para que esta diretriz seja atendida, é necessário que os eletropostos instalados ao longo do trecho em análise na rua 14 de Julho, Campo Grande-MS, Brasil, permitam recarga de outros veículos elétricos que não exclusivamente os veículos elétricos superleves destinados a transporte de pessoas e mercadorias em primeira e última milha na região.

4.2.39 Pontos estratégicos para instalação dos eletropostos de recarga seriam nos próprios locais de embarque e desembarque de passageiros, como próximos a estações de ônibus.

Os eletropostos de recarga para os veículos elétricos superleves, além de oferecerem o serviço de recarga, podem funcionar como pontos de embarque e desembarque de passageiros. Ademais, sua instalação em locais próximos às estações de ônibus permite a interconexão entre diferentes modais de transporte.

Com esta integração, os ônibus funcionam como opção para deslocamentos em grandes distâncias, levando as pessoas até a região central da cidade, por exemplo. E como não mais trafegam pela Rua 14 de Julho após o projeto do Reviva (Reviva Bid, 2023b), os veículos elétricos superleves se apresentam como alternativa sustentável para realizar o deslocamento no trecho de última milha ao longo da via.

Assim, a aplicação desta diretriz contribui para a promoção da mobilidade urbana sustentável e para a melhoria da infraestrutura urbana da região, com mais eficiência e inclusão, em consonância com as diretrizes de desenvolvimento urbano sustentável estabelecidas no planejamento urbano local (Campo Grande, 2015).

4.2.40 É permitido o tráfego dos veículos elétricos superleves em vias com velocidade máxima permitida de até 40km/h.

Sendo permitida a circulação dos veículos elétricos superleves em vias urbanas com velocidade máxima permitida de até 40km/h, não há necessidade nessas vias de uma faixa exclusiva destinada para o modal. Assim, estes podem dividir espaço nas vias com outros automóveis. Essas vias tipicamente possuem um fluxo mais lento, o que permite aos veículos elétricos superleves se deslocarem de forma mais confortável e segura e de modo a não interferir significativamente com o fluxo do tráfego.

A Rua 14 de Julho em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, é uma via importante do centro da cidade (Chaia; Akamine; Dorsa, 2022). A velocidade máxima permitida na rua 14 de Julho é de 40 km/h o que qualifica essa via para a circulação dos veículos elétricos superleves, haja vista que essa é uma velocidade adequada que permite estes veículos dividirem as vias com outros tipos de veículos, sem necessidade de faixa exclusiva.

Cabe ainda destacar que as vantagens dos veículos elétricos superleves quando circulando em vias urbanas com velocidade máxima permitida de até 40km/h se estendem além da questão da eficiência energética e da minimização dos impactos ambientais. Esses veículos também podem desempenhar um papel importante na promoção de um espaço urbano mais seguro e acessível para todos os usuários da via, incluindo pedestres, ciclistas e outros veículos. Assim, são excelentes alternativas para viagens de última milha e devem ter algum ponto de conexão com outros tipos de modais presentes na região, principalmente com o transporte público.

Em resumo, portanto, a circulação dos veículos elétricos superleves em vias urbanas com velocidade máxima permitida de até 40km/h é recomendada e permitida, visto que essas vias proporcionam um ambiente de circulação seguro e adequado para esse tipo de veículo, contribuindo para o desenvolvimento de uma mobilidade urbana mais eficiente, sustentável e inclusiva. Ademais, a implantação de veículos elétricos superleves no trecho de via calma da rua 14 de julho em análise, atende a esta diretriz.

4.2.41 Considerações Complementares

Com base nas proposições técnicas descritas em cada item separadamente, conclui-se que, no geral, o espaço urbano central da capital do Mato Grosso do Sul, representado

aqui pelo trecho da Rua 14 de Julho incluído no projeto Reviva Campo Grande, ainda requer investimento de recursos financeiros, tecnológicos e políticos para implementar uma política direcionada à inclusão de veículos elétricos superleves como opção de modal de transporte de última milha.

Observou-se que entre os aspectos facilitadores da implantação do projeto, tem-se que a Rua 14 de Julho na extensão analisada é tida como uma via calma, com limite de velocidade de 40 km/h. Esse aspecto permite que os veículos elétricos superleves compartilhem o espaço viário com os veículos convencionais. Ainda, a configuração de via calma proporciona conforto e segurança tanto para os usuários deste novo modal quanto para os demais usuários da via.

Outro fator facilitador à implantação do projeto encontra-se na criação de nós intermodais, visto que há na região pontos de embarque e desembarque de passageiros de diversos outros meios de transporte urbanos, tais como ônibus, táxis, mototáxis e bicicletas. A interligação de estações de veículos elétricos superleves com pontos de transporte público fornece uma solução para a chamada última milha do deslocamento. Assim, contribui com a acessibilidade na região e aumenta a atratividade do sistema de veículos elétricos superleves.

Ressalta-se ainda que o transporte público que circulava na rua 14 de Julho foi removido com a requalificação. Assim, com a disponibilidade de veículos elétricos superleves no trecho em análise e próximos a pontos de transporte público, os usuários terão uma opção conveniente para completar seu deslocamento até seus destinos finais na rua 14 de Julho. A implantação de veículos elétricos superleves na região analisada pode, portanto, suprir essa demanda e preencher essa lacuna, ao contribuir com acessibilidade na região, principalmente quando se pensa em pessoas com mobilidade reduzida, idosos e gestantes.

Assim, a implantação dos veículos elétricos superleves, um modal alternativo e sustentável, com estações próximas as demais estações de transporte público, como já debatido anteriormente, permite um deslocamento total com mais qualidade à população. Ainda, melhora a acessibilidade no trecho em questão, principalmente quando se trata de pessoas com mobilidade reduzida, crianças e idosos, e se apresenta como solução para o trajeto de última milha na região.

Entre os possíveis aspectos limitantes do projeto tem-se que não foram identificados eletropostos de recarga na rua 14 de Julho. Assim, para que os veículos elétricos superleves atuem como solução de micromobilidade na extensão em análise, é necessário que haja um projeto de eletropostos de recarga que supram essa demanda, bem como contribuam para a promoção de mobilidade elétrica de modo geral, visto que os eletropostos instalados em locais de domínio público com acesso a uma via pública devem permitir o acesso do público em geral.

Além disso, tem-se que a Rua 14 de Julho possui sentido único de tráfego e que o trânsito dos veículos elétricos superleves é proibido nas calçadas, passeios e acostamentos. Dessa forma, o projeto de implantação de veículos elétricos superleves na região central deve estudar a viabilidade de uma faixa de contrafluxo exclusiva para esse modal ou a ampliação da área de circulação para incluir trajetos pelas ruas adjacentes, a fim de permitir que os veículos retornem aos pontos iniciais.

Observa-se ainda que já houve uma redução no número de faixas de rolamento no trecho requalificado (de três para duas faixas de rolamento), a fim de priorizar a circulação não motorizada no centro de Campo Grande-MS. Ainda, nota-se que as ruas adjacentes a Rua 14 de Julho não seguem o conceito de vias calmas. Desse modo, o tráfego dos veículos elétricos superleves por estas vias careceria de uma faixa de rolamento exclusiva a fim de preservar a sensação de conforto e segurança aos usuários. Em ambos os casos, tem-se que é necessário avaliar o impacto do projeto no fluxo de automóveis da região.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo propor diretrizes para projetos de micromobilidade urbana para veículos elétricos superleves em vias calmas. A análise do referencial teórico, realizada com auxílio do *software* Iramuteq, possibilitou identificar categorias de análise na literatura sobre veículos elétricos superleves e micromobilidade urbana.

Evidenciou-se que a academia discute o tema por meio de cinco classes identificadas na análise de conteúdo como: operacionalização; inovação para a última milha; transporte inteligente; políticas públicas e mobilidade sustentável. Dentre as temáticas, observou-se que transporte inteligente e políticas públicas foram as classes com maiores magnitudes.

Com a realização do estudo bibliométrico, foi possível verificar que o número de artigos científicos publicados relacionados à micromobilidade urbana, ao desenvolvimento sustentável das cidades e aos veículos elétricos é crescente. Ainda, notou-se que o continente europeu é responsável por publicar a maior parte destes estudos, o que pode ser justificado pelo contínuo interesse em políticas públicas que potencializem a eficiência dos transportes no atual cenário de mobilidade urbana.

Esse interesse advém da necessidade de soluções que promovam melhorias na mobilidade e micromobilidade urbana, principalmente quando se trata de cidades sustentáveis e inteligentes. Com a análise de ocorrências de palavras-chave pode-se verificar um grande número de artigos ligados ao setor de transportes das cidades inteligentes e com a análise de similitude corrobora-se a preocupação das cidades inteligentes com a qualidade dos meios de transporte ofertados.

Outrossim, foi observado que o conteúdo foi publicado em periódicos de diversas áreas do conhecimento, como revistas ligadas às áreas de sustentabilidade, transportes e cidades sustentáveis, o que demonstra a abrangência das pesquisas relacionadas ao tema e a presença da multidisciplinaridade. Ademais, foi verificado que os carros elétricos compactos consistem em uma categoria de veículos elétricos superleves pouco debatida na literatura caracterizando ineditismo sobre o tema.

As diretrizes para implantação de veículos elétricos superleves em vias calmas que receberam aprovação máxima dos especialistas respondentes que participaram deste

estudo estão em consonância com a busca por maior segurança e conforto para os pedestres e demais usuários das vias. Além disso, envolvem tomada de decisões estratégicas sobre as estações de recarga, o planejamento inteligente de rotas, a integração com outros modais de transporte e a consideração da qualidade de vida dos cidadãos para promover uma micromobilidade urbana eficiente e integrada.

O diagnóstico sobre o potencial de aplicação das diretrizes no trecho tido como via calma na rua 14 de Julho, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil, evidenciou o potencial deste trecho da via para implantação dos veículos elétricos superleves. Apesar da ausência de eletropostos de recarga, o trecho em análise apresenta conexão com o transporte público e outros meios de transporte. E como a circulação do transporte público foi retirada da via em questão, a implantação de veículos elétricos superleves na extensão em análise se mostrou uma opção de viagem de última milha que pode fornecer maior acessibilidade na região. Ressalta-se ainda que as diretrizes propostas estão em consonância com as legislações municipais existentes.

A partir dos resultados, há de considerar que os veículos elétricos superleves podem desempenhar um papel valioso na promoção da mobilidade sustentável, na redução dos impactos ambientais nos centros urbanos e na ampliação da acessibilidade dentro das cidades. Ainda, estes se apresentam como uma opção alternativa, segura e eficiente de micromobilidade e contribuem para o alcance da mobilidade urbana sustentável.

Este estudo propôs quarenta diretrizes para projetos de micromobilidade urbana para veículos elétricos superleves em vias calmas, as quais devem ser consideradas como referência para projetos futuros nesse campo. No entanto, destaca-se a necessidade de complementar esta pesquisa com estudos práticos e pilotos, a fim de avaliar a viabilidade e a efetividade das diretrizes propostas na prática.

Finalmente, espera-se que este estudo auxilie gestores públicos municipais nas tomadas de decisões e contribua para o avanço da micromobilidade urbana, estimulando a adoção de veículos elétricos superleves como uma solução inovadora para promover a micromobilidade e melhorar a qualidade de vida nas cidades. Com uma abordagem integrada e a implementação adequada das diretrizes propostas, é possível caminhar rumo a uma mobilidade urbana mais eficiente, acessível e amigável ao meio ambiente e à população.

6 REFERÊNCIAS

ABDULJABBAR, R. L.; LIYANAGE, S.; DIA, H. The role of micro-mobility in shaping sustainable cities: A systematic literature review. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 92, 2021.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10520**. Informação e documentação — Citações em documentos — Apresentação. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

AHMED, A. H.; FRAGONARA, L. Z. Adaptive intelligent traffic control systems for improving traffic quality and congestion in smart cities. **International Journal for Quality Research**, v. 15, n. 1, p. 139-154, 2021.

ALLAHYARI, T. et al. Development and evaluation of a new questionnaire for rating of cognitive failures at work. **International Journal Of Occupational Hygiene**, v. 3, n.1, p. 6-11, 2011.

ANASTASIADOU, K.; VOUGIAS, S. “Smart” or “sustainably smart” urban road networks? The most important commercial street in Thessaloniki as a case study. **Transport Policy**, v. 82, p. 18-25, 2019.

ANDALORO, L. *et al.* Development of a new concept electric vehicle for last mile transportations. **World Electric Vehicle Journal**, v. 7, n. 3, p. 342-348, 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Resolução normativa ANEEL nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021**. Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica; revoga as Resoluções Normativas ANEEL nº 414, de 9 de setembro de 2010; nº 470, de 13 de dezembro de 2011; nº 901, de 8 de dezembro de 2020 e dá outras providências.

ANTHONY, J. N. R. *et al.* Big data driven multi-tier architecture for electric mobility as a service in smart cities: A design science approach. **International Journal of Energy Sector Management**, v. 14, n. 5, p. 1023-1047, 2020.

AWASTHI, A.; CHAUHAN, S. A hybrid approach integrating Affinity Diagram, AHP and fuzzy TOPSIS for sustainable city logistics planning. **Applied Mathematical Modelling**, v. 36, n. 2, p. 573-584, 2012.

BANDEIRA J. M. **Produção Sustentável em BT-Análise de Características de Contadores Inteligentes**. Dissertação (Mestrado em Energias Sustentáveis) – Instituto Superior de Engenharia do Porto. Porto. p. 100. 2015.

BERMUDES, W. L. *et al.* Tipos de escalas utilizadas em pesquisas e suas aplicações. **Revista Vértices**, v. 18, n. 2, p. 7-20, 2016.

BOLLACKER, K. D.; LAWRENCE, S.; GILES, C. L. Discovering relevant scientific literature on the web. **IEEE Intelligent Systems and their Applications**, v. 15, n. 2, p. 42-47, 2000.

BOTTON, G. Z. *et al.* As construções das abordagens conceituais de cidades sustentáveis e inteligentes para superar os desafios dos objetivos do desenvolvimento sustentável. **Desafio Online**, v. 9, n. p. 619-642, 2021.

BOTSFORD, C.; SZCZEPANEK, A. Fast charging vs. slow charging: Pros and cons for the new age of electric vehicles. *In: International Battery Hybrid Fuel Cell Electric Vehicle Symposium*, 2009. Citeseer. p.1-9.

BEHRENDT, F. Cycling the smart and sustainable city: Analyzing EC policy documents on internet of things, mobility and transport, and smart cities. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 3, 2019.

BRASIL. Decreto nº 58.750, de 13 de maio de 2019. Dispõe sobre a regulamentação provisória do serviço de compartilhamento e do uso dos equipamentos de mobilidade individual autopropeledidos, patinetes, ciclos e similares elétricos ou não, acionados por plataformas digitais. São Paulo, SP, 2019.

_____. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, DF, 1997.

_____. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF, 2001.

_____. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Brasília, DF, 2009.

_____. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Brasília, DF, 2012.

_____. Lei nº 14.071, de 13 de outubro de 2020. Altera a Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 (Código de Trânsito Brasileiro), para modificar a composição do Conselho Nacional de Trânsito e ampliar o prazo de validade das habilitações; e dá outras providências. Brasília, DF, 2020.

_____. Ministério das cidades. República Federativa do Brasil. Mobilidade e política urbana: subsídios para uma gestão integrada. Rio de Janeiro, 2005. Convênio nº 7/2004.

BREUNIG, M.; ZLATANOVA, S. 3D geo-database research: Retrospective and future directions. **Computers and Geosciences**, v. 37, n. 7, p. 791-803, 2011.

BUTLER, L.; YIGITCANLAR, T.; PAZ, A. Barriers and risks of Mobility-as-a-Service (MaaS) adoption in cities: A systematic review of the literature. **Cities**, v.109, 2021.

CHNG, S. *et al.* Living in a Silver Zone: Residents' perceptions of area-wide traffic calming measures in Singapore. **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, v. 16: p. 100710, 2022.

CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. IRAMUTEQ: um software gratuito para análise de dados textuais. **Temas em psicologia**, v. 21, n. 2, p. 513-518, 2013.

CÂMERAS de videomonitoramento garantem mais segurança para compras no Centro.
CG Notícias [2020]. Disponível em:

<https://www.campogrande.ms.gov.br/cgnoticias/noticia/cameras-de-videomonitoramento-garantem-mais-seguranca-para-compras-no-centro/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

CAMPO GRANDE. Prefeitura Municipal de Campo Grande. Decreto nº 12.681, de 9 de julho de 2015. Aprova o Plano Diretor de Transporte e Mobilidade Urbana do Município de Campo Grande - MS. Campo Grande, MS, 2015.

_____. Decreto nº 15.026, de 16 de dezembro de 2021. Regulamenta Dispositivos da Lei Nº 2.909, de 28 de julho de 1992, aplicáveis na Área de Intervenção do Programa Reviva Centro. Campo Grande, MS, 2021.

_____. Lei Complementar nº 161, de 20 de julho de 2010. Institui o Plano para Revitalização do Centro de Campo Grande e dá outras providências. Campo Grande, MS, 2010.

_____. Lei Complementar nº 341, de 4 de dezembro de 2018. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental de Campo Grande (PDDUA) e dá outras providências. Campo Grande, MS, 2018.

CÁRCEL-CARRASCO, J.; PASCUAL-GUILLAMÓN, M.; SALAS-VICENTE, F. Analysis on the effect of the mobility of combustion vehicles in the environment of cities and the improvement in air pollution in Europe: A vision for the awareness of citizens and policy makers. **Land**, v. 10, n. 2, p. 1-16, 2021.

CEDER, A. Urban mobility and public transport: future perspectives and review. **International Journal of Urban Sciences**, v. 25, n.4, 2020.

CHAIA, A.; AKAMINE, M.; DORSA, A. PATRIMÔNIO E SUSTENTABILIDADE: PROJETO REVIVA CAMPO GRANDE/MS E O ODS 11. **Revista Augustus**, v. 29, n. 56, p. 53-64, 2022.

CHRISPIM, M. C.; DE SOUZA, J. F. T.; SIMÕES, A. F. Avaliação comparativa entre veículos elétricos e veículos convencionais no contexto de mitigação das mudanças climáticas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 127-148, 2019.

CLARK, J. S.; GELFAND, A. E. A future for models and data in environmental science. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 21, n. 7, p. 375-380, 2006.

CRESWELL, J. W. Mapping the field of mixed methods research. **APA PsycNet**, v. 3, n. 2, p. 95-108, 2009.

COMODI, G. *et al.* Local promotion of electric mobility in cities: Guidelines and real application case in Italy. **Energy**, v. 95, p. 494-503, 2016.

CONSONI, F. L. *et al.* **Estudo de governança e políticas públicas para veículos elétricos**. Universidade de Campinas. Campinas, SP, 2018.

- DEDIU, H. **Micromobility: The First Year**. Maine, USA: Judd Rubin, 2019.
- DE OLIVEIRA, Mário Cesar Junqueira. **Avaliação de Atributos que Integram o Planejamento de Cidades Sustentáveis e Inteligentes: Aplicações em Campo Grande (MS)**. (Trabalho de Conclusão de Curso). Curso de Mestrado Profissional em Eficiência Energética e Sustentabilidade. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2021.
- DIRETIVA 2014/94/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de outubro de 2014. Relativa à criação de uma infraestrutura para combustíveis alternativos. França, 2014.
- DOCHERTY, I.; MARSDEN, G.; ANABLE, J. The governance of smart mobility. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 115, p. 114-125, 2018.
- DOCUMENTO: Rua para pedestres: a requalificação da Rua 14 de Julho, em Campo Grande-MS. **Reviva Bid**. Projeto Reviva Campo Grande. Prefeitura Municipal de Campo Grande. Disponível em: <https://reviva.campogrande.ms.gov.br/documento/teste-de-documento-da-14/>. Acesso em: 19 fev. 2023b.
- DONALD, W. E. Content analysis of metadata, titles, and abstracts (CAMTA): application of the method to business and management research. **Management Research Review**, v. 45, n. 1, p. 47-64, 2022.
- DOS SANTOS JUNIOR, O. C.; JUNIOR, O. M. Praça Ary Coelho na cidade de Campo Grande/MS: Relações Históricas e Socioespaciais. **Geofronter**, v.8, n.23, p.304-320, 2017.
- ELVIK, R. Area-wide urban traffic calming schemes: a meta-analysis of safety effects. **Accident Analysis & Prevention**, v. 33, n. 3, p. 327-336, 2001.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY – EEA [2018]. **Electric vehicles from life cycle and circular economy perspectives. TERM 2018: Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) report**. Disponível em: <http://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-from-life-cycle>. Acesso em: 26 jan. 2021.
- EWING, R. **U.S. Traffic Calming Manual**. New York: Routledge, 2017.
- EWING, R. Traffic Calming: State of the Practice, ITE/FHWA, August 1999. **United States. Federal Highway Administration**, 1999.
- FACHRIZAL, R. *et al.* Smart charging of electric vehicles considering photovoltaic power production and electricity consumption: A review. **eTransportation**, v. 4, 2020.
- FARACCO, M.; DORSA, A. C. As praças de Campo Grande: um olhar na memória e na educação patrimonial. **Multitemas**, n.39, p.139-153, 2016.
- FENG, W.; FIGLIOZZI, M. An economic and technological analysis of the key factors affecting the competitiveness of electric commercial vehicles: A case study from the USA market. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 26, p. 135-145, 2013.

FRANCO, M. J. *et al.* Dinâmica de circulação de pedestres como indicativo de locais prioritários para arborizar em uma via comercial de centro urbano. **Interações**, v. 23, n. 3, p. 879-892, 2022.

GARCIA, D. S.; DE ALMEIDA REIS, J. A.; SILVA, L. J. R. A importância da revitalização da Rua 14 de Julho para o fortalecimento da identidade cultural de Campo Grande, Mato Grosso do Sul/MS, Brasil. **Turismo e Sociedade**, v. 9, n. 3, p. 1-22, 2016.

GARCÍA, Laura Crespo. La movilidad urbana: un gran reto para las ciudades de nuestro tiempo. **Revista Digital del Cedex**, n. 154, p. 97-106, 2009.

GARAU, C.; MASALA, F.; PINNA, F. Cagliari and smart urban mobility: Analysis and comparison. **Cities**, v. 56, p. 35-46, 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. (6aed.). São Paulo: Atlas. 2017.

GOMEZ-JAUREGUI, V. *et al.* Information management and improvement of citation indices. **International Journal of Information Management**, v. 34, n. 2, p. 257-271, 2014.

GÓMEZ, M. T. La ciudad, para quién: desafíos de la movilidad a la planificación urbana. **Biblio3W Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales**, v. 23, n. 1.250, p. 1-35, 2018.

HEINISCH, V. *et al.* Smart electric vehicle charging strategies for sectoral coupling in a city energy system. **Applied Energy**, v. 288, 2021.

HISTORICAL GHG EMISSIONS. **Climatewatch**, 2021. Disponível em: https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?breakBy=countries&end_year=2018®ions=TOP§ors=transportation&source=CAIT&start_year=1990 Acesso em: 16 maio 2021.

HOOD, W. W.; WILSON, C. S. The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics. **Scientometrics**, v. 52, n. 2, p. 291-314, 2001.

HOFFMANN, T.; PRAUSE, G. On the regulatory framework for last-mile delivery robots. **Machines**, v. 6, n. 3, 2018.

HRELJA, R. The Tyranny of Small Decisions. Unsustainable Cities and Local Day-to-Day Transport Planning. **Planning Theory and Practice**, v. 12, n. 4, p. 511-524, 2011.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/28120>. Acesso em: 18 maio 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil: uma primeira aproximação**. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Geografia, 2017.

_____. Brasil/Mato Grosso do Sul/Campo Grande. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/campo-grande/panorama>. Acesso em: 11 abr. 2023.

JESUS-LOPES, J. C.; MACIEL, W. R. E.; CASAGRANDA, Y. G. Check-List dos Elementos Constituintes dos Delineamentos das Pesquisas Científicas. **Desafio Online**, v. 10, n. 1, 2022.

JIMÉNEZ, P.; MARÍA-DOLORES, D.; BELTRÁN, S. An integrative and sustainable workplace mobility plan: The case study of navantia-cartagena (spain). **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 24, p. 1-23, 2020.

JORGETTO, M. F. C. **Transmissão indutiva de energia eletromagnética sem fios, para aplicações em postos de abastecimento de veículos elétricos puros: modelagem para o elemento eletromagnético**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira. p. 94. 2015.

JUAN, A. A. *et al.* Electric vehicles in logistics and transportation: A survey on emerging environmental, strategic, and operational challenges. **Energies**, v. 9, n. 2, p. 1-21, 2016.

JUHÁSZ, M.; KOREN, C. Getting an insight into the effects of traffic calming measures on road safety. **Transportation research procedia**, 2016, v. 14, p. 3811-3820.

KABIR, M. E. *et al.* Demand-Aware Provisioning of Electric Vehicles Fast Charging Infrastructure. **IEEE Transactions on Vehicular Technology**, v. 69, n. 7, p. 6952-6963, 2020.

KUZIO, J. **Planning for Social Equity and Emerging Technologies**. Transportation Research Record: SAGE Publications Ltd 2019.

LANG, G. Urban energy futures: a comparative analysis. **European Journal of Futures Research**, v. 6, n. 1, 2018.

LYONS, G. Getting smart about urban mobility – Aligning the paradigms of smart and sustainable. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 115, p. 4-14, 2018.

LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P. Ecologia política, justiça e educação ambiental crítica: perspectivas de aliança contra-hegemônica. **Trabalho, educação e saúde**, v. 11, p. 53-71, 2013.

MACHADO, L.; PICCININI, L. S. Os desafios para a efetividade da implementação dos planos de mobilidade urbana: uma revisão sistemática. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v.10, n.1, p. 72-94, 2018.

MACIAS-CHAPULA, C. A. O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. **Ciência da informação**, v. 27, n. 2, p. 134-140, 1998.

MCGRATH, W. What bibliometricians, scientometricians and informetricians study; a typology for definition and classification; topics for discussion. *In: International Conference on Bibliometrics, Scientometrics and Informetrics*, 1989, Ontario. Second Conference.. Ontario: The University of Western Ontario, 1989.

MEHO, L. I.; ROGERS, Y. Citation counting, citation ranking, and h-index of human-computer interaction researchers: a comparison of Scopus and Web of Science. **Journal**

of the **American Society for Information Science and Technology**, v.59, n.11, p. 1711-1726, 2008.

MENICHETTI, D.; VAN VUREN, T. Modelling a low-carbon city. *In: Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Transport*. Thomas Telford Ltd, p. 141-151, 2011.

MOHER, D. *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **PLoS medicine**, v. 6, n. 7, p.1-7, 2009.

MOZOS-BLANCO, M. *et al.* The way to sustainable mobility. A comparative analysis of sustainable mobility plans in Spain. **Transport Policy**, v. 72, p. 45-54, 2018.

MWASILU, F. *et al.* Electric vehicles and smart grid interaction: A review on vehicle to grid and renewable energy sources integration. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 34, p. 501-516, 2014.

NEMATCHOUA, M. *et al.* Evaluation of the potential of classic and electric bicycle commuting as an impetus for the transition towards environmentally sustainable cities: A case study of the university campuses in Liege, Belgium. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 119, 2020.

NETO, D. A. S. **Políticas sociais na cidade contemporânea: o bilhete único no transporte metroviário de São Paulo**. Quarto Colóquio Brasil-Portugal, 2016.

NEVES, D. P. **Mobilidade e Direito à Cidade: um estudo do impacto do bilhete único junto a usuários do Metrô de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) – Universidade Católica de São Paulo. São Paulo. p. 132. 2013.

NOVA 14 de julho será a primeira rua com conceito de trânsito calmo no centro. **CG Notícias** [2019]. Disponível em: <https://www.campogrande.ms.gov.br/cgnoticias/noticias/nova-14-de-julho-sera-a-primeira-rua-com-conceito-de-transito-calmo-no-centro/>. Acesso em: 19 fev. 2023.

OLIVEIRA NETO, A. F. **Campo Grande e a rua 14 de Julho: tempo, espaço e sociedade**. - Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Presidente Prudente. p. 181. 2003.

OMAHNE, V.; KNEZ, M.; OBRECHT, M. Social aspects of electric vehicles research—trends and relations to sustainable development goals. **World Electric Vehicle Journal**, v. 12, n. 1, p. 1-13, 2021.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. [2015]. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2023.

OROZCO, L. G. N. *et al.* Data-driven strategies for optimal bicycle network growth: Strategies for bicycle network growth. **Royal Society Open Science**, v. 7, n. 12, p. 1-9, 2020.

O PROGRAMA. **Reviva Bid**. Requalificação do centro. Prefeitura Municipal de Campo Grande. Disponível em: <https://reviva.campogrande.ms.gov.br/o-programa/>. Acesso em: 19 fev. 2023a.

PESSANHA, J. F. M. *et al.* Cenários para o mercado de veículos elétricos na cidade do Rio de Janeiro. *In: Anais do IV Congresso Brasileiro de Eficiência Energética*, ABEE, Juiz de Fora-MG, 2011.

PIAZZA, G. *et al.* Optimal design of electric mobility services for a Local Energy Community. **Sustainable Energy, Grids and Networks**, v. 26, 2021.

PORTUGAL. Decreto-Lei n.º 60/2017, de 9 de junho de 2017.

_____. Decreto-Lei n.º 90/2014, de 11 de junho de 2014.

PROCOBRE – Instituto Brasileiro do Cobre. Eletropostos instalação de equipamentos de recarga para grandes demandas. Disponível em: [guia_promobe_eletroposto_simples_v2.pdf \(pnme.org.br\)](#). Acesso em: 9 jun. 2023.

RANIERI, L. *et al.* A review of last mile logistics innovations in an externalities cost reduction vision. **Sustainability (Switzerland)**, v. 10, n. 3, 2018.

RECASENS-ALSINA, M. Challenges for sustainable urban mobility in Barcelona. **Ciudad y Territorio Estudios Territoriales**, v. 52, n. 204, p. 263-276, 2020.

ROWLEY, J; SLACK, F. Conducting a literature review. **MCN-The American Journal of Maternal child Nursing**, v. 27, n. 6, p. 31-39, 2004.

SANCHEZ-IBORRA, R.; BERNAL-ESCOBEDO, L.; SANTA, J. Eco-efficient mobility in smart city scenarios. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 20, p. 1-15, 2020.

SCHEFFER, A. P. *et al.* Study to promote the sustainable mobility in university. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 20, n. 5, p. 871-886, 2019.

SCHNEIDER, M.; STENGER, A.; GOEKE, D. The electric vehicle-routing problem with time windows and recharging stations. **Transportation Science**, v. 48, n. 4, p. 500-520, 2014.

ŠEMANJSKI, I.; MANDŽUKA, S.; GAUTAMA, S. Smart mobility. *In: GRGIC, M.; VITAS, D., et al, 60th International Symposium on ELMAR*. ELMAR 2018. Conference Paper Croatian Society Electronics in Marine - ELMAR. p.63-66.

SHAH, I.; AFFENDI, M. E.; QURESHI, B. Sride: An online system for multi-hop ridesharing. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 22, p. 1-29, 2020.

SILVA, C. A. **Toolkit de tratamento de dados não numéricos em ciências sociais com software de livre acesso**, Faro, 2019.

SILVA, E. R. A. Agenda 2030: ODS - Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Ipea, 2018. Disponível em:

[Agenda 2030 ods metas nac dos obj de desenv susten propos de adequa.pdf](#)
(ipea.gov.br). Acesso em: 20 maio 2023.

SLAVULJ, M. *et al.* State of developing mobility as a service in the city of zagreb. **Tehnicki Vjesnik**, v. 27, n. 4, p. 1345-1350, 2020.

SOURBATI, M.; BEHRENDT, F. Smart mobility, age and data justice. **New Media and Society**, v.23, n.6, p. 1398-1414, 2020.

STOJANOVSKI, T. Urban form and mobility choices: Informing about sustainable travel alternatives, carbon emissions and energy use from transportation in Swedish Neighbourhoods. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 2, p. 548, 2019.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs, Population Division [2019]. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision, Online Edition. Disponível em: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>. Acesso em: 16 maio 2021.

UNITED NATIONS. **Tracking Progress Towards Inclusive, Safe, Resilient and Sustainable Cities and Human Settlements: SDG 11 Synthesis Report**. Nairobi, Kenya: 2018.

STRULAK-WÓJCIKIEWICZ, R.; WAGNER, N. Exploring opportunities of using the sharing economy in sustainable urban freight transport. **Sustainable Cities and Society**, v.68, 2021.

TAO, H. *et al.* Shrewd vehicle framework model with a streamlined informed approach for green transportation in smart cities. **Environmental Impact Assessment Review**, v.87, 2021.

TANG, J. *et al.* Assessing the impact of vehicle speed limits and fleet composition on air quality near a school. **International journal of environmental research and public health**, v. 16, n. 1, p. 149, 2019.

TEOH, R.; ANCIAES, P.; JONES, P. Urban mobility transitions through GDP growth: Policy choices facing cities in developing countries. **Journal of Transport Geography**, v.88, 2020.

TREE CITIES OF THE WORLD. **Recognised Cities**. [2022]. Disponível em: <https://treecitiesoftheworld.org/directory.cfm> Acesso em: 11 abr. 2023.

VALENZUELA-LEVI, N. Why do more unequal countries spend more on private vehicles? Evidence and implications for the future of cities. **Sustainable Cities and Society**, v.43, p. 384-394, 2018.

VASCONCELLOS, E. A. **Políticas de Transporte no Brasil: a construção da mobilidade excludente**, Barueri, São Paulo. Editora Manoele, 2014.

VERA, Suzy Jarde. Semaforização inteligente tornará a rua Rui Barbosa mais ágil e seguro. **Diário Digital** [2021]. Disponível em: <https://www.diariodigital.com.br/geral/semaforizacao-inteligente-tornara-a-rua-rui-barbosa-mais-agil-e-seguro>. Acesso em: 22 abr. 2023.

VIDA, E. T.; JESUS-LOPES, J. C. Cidades Inteligentes e Sustentáveis: Uma análise sistemática da produção científica recente. **Revista E-Locução**, v. 17, n. 9, p. 193-213, 2020.

WANG, S. *et al.* Life-cycle assessment of carbon footprint of bike-share and bus systems in campus transit. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 1, p. 1-14, 2021.

WHAT is Circular Economy? [2020]. **Ellen Macarthur Foundation** – EMF. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/what-is-the-circular-economy>. Acesso em: 27 mar. 2022.

ZHAO, X. *et al.* A bibliometric review of green building research 2000–2016. **Architectural Science Review**, v. 62, n. 1, p. 74-88, 2018.

ZHAO, L.; JIA, Y. Intelligent transportation system for sustainable environment in smart cities. **International Journal of Electrical Engineering Education**, v.0, n.0, p.1-19, 2021.

APÊNDICE A – DIRETRIZES TEÓRICAS PARA PROJETOS DE IMPLANTAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS SUPERLEVES EM VIAS CALMAS

DIRETRIZ	FONTE
A implantação dos veículos elétricos superleves deve ser realizada de modo que reforce a sensação de conforto, segurança e proteção também para os pedestres.	(ANASTASIADOU; VOUGIAS, 2019)
Uma vez que os veículos elétricos superleves têm que compartilhar seu espaço com outros dispositivos de transporte ou pessoas em movimento, áreas ideais de operação são os subúrbios e áreas onde o tráfego é relativamente baixo.	(HOFFMANN; PRAUSE, 2018)
Os veículos elétricos superleves constituem uma proposta inovadora para mobilidade e entrega, sendo adequados para áreas urbanas.	(RANIERI <i>et al.</i> , 2018)
Áreas de tarifação urbana e os créditos de mobilidade são soluções para reduzir o número de veículos movidos a combustíveis fósseis no centro da cidade ou em zonas específicas da cidade e fortalecer a inserção de modais alternativos nessas regiões.	(RANIERI <i>et al.</i> , 2018)
O uso dos veículos superleves para o transporte de última milha contribui também para melhora da logística da cidade.	(ANDALORO <i>et al.</i> , 2015)
Os veículos elétricos superleves devem ser projetados de modo a facilitar o carregamento e descarregamento de mercadorias.	(ANDALORO <i>et al.</i> , 2015)
É interessante que os veículos elétricos superleves façam uma interface com um subsistema de monitoramento ambiental e transmita os dados adquiridos.	(ANDALORO <i>et al.</i> , 2015)
Devem ser tomadas decisões acerca do número, tipo (troca de bateria ou de carregamento lento e/ou rápido), localização e capacidade das estações de recargas dos veículos elétricos.	(JUAN <i>et al.</i> , 2016).
O posicionamento estratégico e o provisionamento de capacidade de redes de recarga devem ser compatíveis com a crescente demanda dos próximos anos, visto que a implantação de estações de recarga é um projeto caro.	(KABIR <i>et al.</i> , 2020)
Os serviços públicos locais e as concessionárias são os atores mais importantes na construção de infraestruturas de estações de carregamento públicas e criação de condições para disseminação de carros elétricos.	(COMODI, 2016)
A troca e recarga de bateria e a distância diária de condução e autonomia de bateria são fatores determinantes para necessidade de infraestruturas de recarga.	(JUAN <i>et al.</i> , 2016).
A distribuição das estações de carregamento deve ser realizada de modo inteligente.	(KABIR <i>et al.</i> , 2020)
As estações de carregamento também deverão ser inteligentes, isso poderá ser feito através da interação dos veículos elétricos com o consumo de eletricidade.	(FACHRIZAL <i>et al.</i> , 2020)
O carregamento dos veículos elétricos deverá evitar ser realizado nos horários de pico da energia elétrica e ser realizado preferencialmente quando há um pico da produção solar.	(FACHRIZAL <i>et al.</i> , 2020)
Deve ser realizado um planejamento de rota, considerando as especificidades dos veículos elétricos, para que haja uma boa transição dos veículos movidos a motores a combustão por aqueles movidos por motores elétricos.	(SCHNEIDER <i>et al.</i> , 2014)
Além do uso de veículos elétricos, fatores como o monitoramento do fluxo de tráfego, ajudariam a garantir um sistema de transporte livre da poluição do ar nas cidades inteligentes.	(ZHAO; JIA, 2021)
A utilização da Internet das Coisas no gerenciamento de tráfego ajuda a reduzir efetivamente quaisquer problemas repentinos de tráfego e aumenta a eficiência do transporte.	(ZHAO; JIA, 2021)
Realizar um planejamento inteligente de rotas, levando em consideração variáveis como distância a ser percorrida, seguro no trajeto e	(SANCHEZ-IBORRA <i>et al.</i> , 2020)

intermodalidade no transporte, pode contribuir para atingir uma mobilidade sustentável.	
Generalizando a coleta de informações desses veículos, uma infinidade de novos serviços na área de eficiência de tráfego, preservação ambiental e bem-estar do cidadão pode ser alimentada com dados coletados em cenários de Internet de Veículos (IoV).	(SANCHEZ-IBORRA <i>et al.</i> , 2020)
É necessário redesenhar as cidades e bairros espalhados para tornar as alternativas de viagem viáveis a pé, de bicicleta e de transporte público.	(STOJANOVSKI, 2019)
Para que haja mais espaço para alternativas sustentáveis de viagem nas cidades, é necessária uma maior integração com caminhada, bicicleta e transporte público.	(STOJANOVSKI, 2019)
A remoção de vagas de estacionamento, criação de ruas mais transitáveis e construção de novas infraestruturas podem contribuir para o uso de alternativas de viagem sustentáveis.	(STOJANOVSKI, 2019)
Os sistemas de transporte inteligentes podem ser baseados em infraestrutura ou veículos inteligentes ou uma combinação de ambos.	(AHMED; FRAGONARA, 2021)
O gerenciamento de calçadas para micromobilidade compartilhada devem limitar o número de veículos (bicicletas, patinetes e outros dispositivos), as áreas de operação de serviços, áreas de estacionamento designadas e taxas por distância ou duração da viagem cobrados da operadora em troca do uso de espaços públicos com direito a passagem.	(ABDULJABBAR <i>et al.</i> , 2021)
As tarifas de transporte público devem incluir a adoção de um cartão único de usuário para todos os serviços de transporte, incluindo compartilhamento de bicicletas e carros.	(GARAU <i>et al.</i> , 2016).
As estações de veículos elétricos superleves podem ser interligadas a terminação de algumas linhas de transporte público, criando mais possibilidades de intercâmbio entre modais.	(GARAU <i>et al.</i> , 2016).
Para compartilhamento dos veículos elétricos superleves, as estações poderiam estar disponíveis em intervalos de 300m, a fim de permitir que os usuários tenham acesso imediato para usá-los.	(GARAU <i>et al.</i> , 2016).
Deve-se aumentar as capacidades de mobilidade elétrica da cidade e instalar várias estações de recarga convenientemente localizadas para veículos particulares, além de aumentar a capacidade de compartilhamento de carros com veículos elétricos.	(GARAU <i>et al.</i> , 2016).
Os planos de mobilidade urbana sustentável devem considerar qualidade de vida dos cidadãos, impactos a curto e a longo prazo, grupos afetados e cultura social onde cada medida é aplicada.	(MOZOS-BLANCO <i>et al.</i> , 2018).
A implantação de uma infraestrutura de micromobilidade urbana deve garantir integração entre modais e segurança no trajeto.	(NEMATCHOUA <i>et al.</i> , 2020)
A demanda dos veículos elétricos superleves será atendida se considerar as necessidades dos usuários considerando viagem pré-definida, caracterizando distância e horários fixos.	(PIAZZA <i>et al.</i> , 2021)
A micromobilidade urbana deve garantir eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana.	(BRASIL, 2012)
As tarifas dos veículos elétricos superleves devem promover a equidade no acesso aos serviços.	(BRASIL, 2012)
Poderá ser estipulado a proibição da circulação de veículos com motores a combustão na rua 14 de julho, na região da requalificação, em horários específicos.	(BRASIL, 2012)
Deverá ser garantido a integração dos meios de transporte público (no caso, ônibus e veículos elétricos superleves) na região central.	(BRASIL, 2012)
O trânsito dos veículos elétricos superleves deverá ocorrer nas faixas de rolamento, não necessariamente exclusivas, visto o conceito de vias calmas implementado na região, e não deverá ocorrer sobre passeios, calçadas ou acostamentos.	(BRASIL, 1997)
A circulação na região central de campo grande deve priorizar meios de transporte alternativos e sustentáveis, que garantam não só mente melhoria ambiental com meios de transporte não motorizados e/ou com motores híbridos (plug-in ou não) e elétricos, mas que também o fácil	(CAMPO GRANDE MS, 2018)

acesso aos espaços urbanos por pessoas com mobilidade reduzida, gestantes e idosos.	
Os eletropostos de recarga poderão funcionar também como suporte para anúncios comerciais e/ou informativos desde que tenham autorização da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Gestão Urbana (Semadur).	(CAMPO GRANDE MS, 2018)
É permitida a recarga de veículos elétricos que não sejam do titular da unidade consumidora em que se encontra a estação de recarga, inclusive para fins de exploração comercial a preços livremente negociados.	(AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2021)
Pontos estratégicos para instalação dos eletropostos de recarga seriam nos próprios locais de embarque e desembarque de passageiros, como próximos a estações de ônibus.	(NEMATCHOUA <i>et al.</i> , 2020)
Os preços cobrados aos utilizadores dos veículos elétricos nos pontos de carregamento de acesso público devem ser razoáveis, fácil e claramente comparáveis, transparentes e não discriminatórios.	(PORTUGAL, 2017)
Os pontos de carregamento dos veículos elétricos instalados num local de domínio público com acesso a uma via pública ou equiparada, ou em local privado que permita o acesso do público em geral devem ser de acesso público.	(PORTUGAL, 2014)
A atividade de comercialização de eletricidade para a mobilidade elétrica só pode ser exercida por operadores de pontos de carregamento devidamente licenciados.	(PORTUGAL, 2014)
As entidades responsáveis pela aprovação das instalações elétricas de pontos de carregamento devem realizar inspeções periódicas aos pontos de carregamento explorados por cada operador.	(PORTUGAL, 2014)
É permitido o tráfego dos veículos elétricos superleves em vias com velocidade máxima permitida de até 40km/h.	(BRASIL, 2019)
Os eletropostos, se técnica e financeiramente razoável, deverão utilizar sistemas de contadores inteligentes, a fim de permitir um tratamento seguro e flexível dos dados e de contribuir para a estabilidade da rede elétrica graças ao carregamento das baterias a partir da rede em períodos de escassa procura geral de eletricidade.	(DIRETIVA 2014/94/EU, 2014).
A existência de bicicletários nos pontos de embarque e desembarque dos veículos elétricos promovem uma maior integração entre modais.	(NEMATCHOUA <i>et al.</i> , 2020)
As atuais tecnologias de interface de carregamento dos veículos elétricos incluem ligações por cabo, mas deverão ser igualmente tidas em conta as futuras tecnologias de interface, como o carregamento sem fios ou a troca de baterias.	(DIRETIVA 2014/94/EU, 2014).

APÊNDICE B – FORMULÁRIO PARA VALIDAÇÃO POR ESPECIALISTAS DAS DIRETRIZES TEÓRICAS PARA PROJETOS DE IMPLANTAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS SUPERLEVES EM VIAS CALMAS

Diretrizes

Todas as alterações foram guardadas no Drive

Enviar



Perguntas
Respostas

Definições

Secção 1 de 3

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa sobre “Diretrizes para veículos elétricos superleves em vias calmas”, desenvolvida pela pesquisadora Larissa Bozelli Vieira, mestranda no Curso de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (PPGRN/UFMS), sob a orientação dos pesquisadores Prof. Dr. Alexandre Meira Vasconcelos e Prof. Dr. Daniel Anijar de Matos.

O estudo tem como objetivo desenvolver diretrizes para implantação de veículos superleves em vias calmas.

Você foi convidado a participar deste estudo exatamente por ter competência e experiência profissional reconhecidas e por entendermos que sua opinião é valiosa para a pesquisa.

Para participar, será preciso responder este questionário para validar ou não as diretrizes teóricas até agora estabelecidas para veículos elétricos superleves em vias calmas e o tempo estimado para preenchimento é de aproximadamente 10 minutos.

De acordo com a resolução CNS Nº 466/12, informamos que sua participação não resultará em quaisquer desconfortos ou riscos para sua saúde física e/ou mental, mas ressaltamos que os dados coletados serão tratados com a maior cautela possível e apresentados de forma coletiva e confidencial. O questionário será realizado online, no período de 10 de abril de 2023 a 31 de abril de 2023. Dentro deste período, o horário do dia e o local de resposta estarão a critério do participante.

Não há benefício ou vantagem direta ao participar desta pesquisa, porém, esperamos que sua opinião nos ajude a construir diretrizes relevantes para implantação dos veículos elétricos superleves em vias calmas.

Além disso, esclarecemos que sua participação tem caráter voluntário e se não desejar participar do estudo, ou quiser interromper a qualquer momento a realização das atividades propostas, basta não continuar a respondê-lo.

Não haverá qualquer valor econômico a pagar ou a receber por sua participação. Você receberá por e-mail uma cópia deste TCLE com suas respostas após o envio, e sua aceitação em preencher eletronicamente o formulário é prova de seu consentimento em participar.

A pesquisadora e seus orientadores estarão à disposição para quaisquer esclarecimentos, em qualquer fase da pesquisa. Tomaremos todas as medidas necessárias para manutenção do seu sigilo da sua privacidade durante todas as fases.

A divulgação dos resultados será feita mediante a publicação do estudo (dissertação de mestrado) e da produção de artigos técnicos e científicos.

Salientamos que, em caso de dúvida, a pesquisadora Larissa poderá ser contactada através dos seguintes canais: endereço eletrônico de e-mail - larissa_bozelli@hotmail.com e telefone celular/WhatsApp +55 67 98404-2006.

Email*

Email válido

Este formulário está a recolher emails. [Alterar definições](#)

Li e aceito os termos descritos acima

*

 Concordo Não concordo

Após a secção 1

Continuar para a secção seguinte

Secção 2 de 3

Dados preliminares

Descrição (opcional)

Grau de instrução

*

Graduado

Pós-gradu

Área de atuação profissional

*

Texto de resposta longa

Após a secção 2

Ir para a secção 3 (Validação de diret...es em vias calmas)

Secção 3 de 3

Validação de diretrizes para veículos elétricos superleves em vias calmas

Formulário para validação de diretrizes de projeto modular por especialistas.

Responda abaixo em uma escala de 5 pontos, o quanto você concorda com a relevância de cada diretriz para implantação de veículos elétricos superleves em vias calmas.

Pergunta

Não sei opinar

Discordo Totalmente

Discordo

Não concordo e nem discordo

Concordo

Concordo Totalmente

A implantação dos veículos elétricos superleves deve ser realizada de modo que reforce a sensação de conforto, segurança e proteção também para os pedestres.

Uma vez que os veículos elétricos superleves têm que compartilhar seu espaço com outros dispositivos de transporte ou pessoas em movimento, áreas ideais de operação são os subúrbios e áreas onde o tráfego é relativamente baixo.

Os veículos elétricos superleves constituem uma proposta inovadora para mobilidade e entrega, sendo adequados para áreas urbanas.

Áreas de tarifação urbana e os créditos de mobilidade são soluções para reduzir o número de veículos movidos a combustíveis fósseis no centro da cidade ou em zonas específicas da cidade e fortalecer a inserção de modais alternativos nessas regiões.

O uso dos veículos superleves para o transporte de última milha contribui também para melhora da logística da cidade.

Os veículos elétricos superleves devem ser projetados de modo a facilitar o carregamento e descarregamento de mercadorias.

É interessante que os veículos elétricos superleves façam uma interface com um subsistema de monitoramento ambiental e transmita os dados adquiridos.

Devem ser tomadas decisões acerca do número, tipo (troca de bateria ou de carregamento lento e/ou rápido), localização e capacidade das estações de recargas dos veículos elétricos.

O posicionamento estratégico e o provisionamento de capacidade de redes de recarga devem ser compatíveis com a crescente demanda dos próximos anos, visto que a implantação de estações de recarga é um projeto caro.

Os serviços públicos locais e as concessionárias são os atores mais importantes na construção de infraestruturas de estações de carregamento públicas e criação de condições para disseminação de carros elétricos.

A troca e recarga de bateria e a distância diária de condução e autonomia de bateria são fatores determinantes para necessidade de infraestruturas de recarga

A distribuição das estações de carregamento deve ser realizada de modo inteligente.

As estações de carregamento também deverão ser inteligentes, isso poderá ser feito através da interação dos veículos elétricos com o consumo de eletricidade.

O carregamento dos veículos elétricos deverá evitar ser realizado nos horários de pico da energia elétrica e ser realizado preferencialmente quando há um pico da produção solar. Deve ser realizado um planejamento de rota, considerando as especificidades dos veículos elétricos, para que haja uma boa transição dos veículos movidos a motores a combustão por aqueles movidos por motores elétricos.

Além do uso de veículos elétricos, fatores como o monitoramento do fluxo de tráfego, ajudariam a garantir um sistema de transporte livre da poluição do ar nas cidades inteligentes.

A utilização da Internet das Coisas no gerenciamento de tráfego ajuda a reduzir efetivamente quaisquer problemas repentinos de tráfego e aumenta a eficiência do transporte.

Realizar um planejamento inteligente de rotas, levando em consideração variáveis como distância a ser percorrida, seguro no trajeto e intermodalidade no transporte, pode contribuir para atingir uma mobilidade sustentável.

Generalizando a coleta de informações desses veículos, uma infinidade de novos serviços na área de eficiência de tráfego, preservação ambiental e bem-estar do cidadão pode ser alimentada com dados coletados em cenários de Internet de Veículos (IoV).

É necessário redesenhar as cidades e bairros espalhados para tornar as alternativas de viagem viáveis a pé, de bicicleta e de transporte público.

Para que haja mais espaço para alternativas sustentáveis de viagem nas cidades, é necessária uma maior integração com caminhada, bicicleta e transporte público.

A remoção de vagas de estacionamento, criação de ruas mais transitáveis e construção de novas infraestruturas podem contribuir para o uso de alternativas de viagem sustentáveis. Os sistemas de transporte inteligentes podem ser baseados em infraestrutura ou veículos inteligentes ou uma combinação de ambos.

O gerenciamento de calçadas para micromobilidade compartilhada devem limitar o número de veículos (bicicletas, patinetes e outros dispositivos), as áreas de operação de serviços, áreas de estacionamento designadas e taxas por distância ou duração da viagem cobrados da operadora em troca do uso de espaços públicos com direito a passagem.

As tarifas de transporte público devem incluir a adoção de um cartão único de usuário para todos os serviços de transporte, incluindo compartilhamento de bicicletas e carros.

As estações de veículos elétricos superleves podem ser interligadas a terminação de algumas linhas de transporte público, criando mais possibilidades de intercâmbio entre modais.

Para compartilhamento dos veículos elétricos superleves, as estações poderiam estar disponíveis em intervalos de 300m, a fim de permitir que os usuários tenham acesso imediato para usá-los.

Deve-se aumentar as capacidades de mobilidade elétrica da cidade e instalar várias estações de recarga convenientemente localizadas para veículos particulares, além de aumentar a capacidade de compartilhamento de carros com veículos elétricos.

Os planos de mobilidade urbana sustentável devem considerar qualidade de vida dos cidadãos, impactos a curto e a longo prazo, grupos afetados e cultura social onde cada medida é aplicada.

A implantação de uma infraestrutura de micromobilidade urbana deve garantir integração entre modais e segurança no trajeto.

A demanda dos veículos elétricos superleves será atendida se considerar as necessidades dos usuários considerando viagem pré-definida, caracterizando distância e horários fixos.

A micromobilidade urbana deve garantir eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana.

As tarifas dos veículos elétricos superleves devem promover a equidade no acesso aos serviços.

Poderá ser estipulado a proibição da circulação de veículos com motores a combustão na rua 14 de julho, na região da requalificação, em horários específicos.

Deverá ser garantido a integração dos meios de transporte público (no caso, ônibus e veículos elétricos superleves) na região central.

O trânsito dos veículos elétricos superleves deverá ocorrer nas faixas de rolamento, não necessariamente exclusivas, visto o conceito de vias calmas implementado na região, e não deverá ocorrer sobre passeios, calçadas ou acostamentos.

A circulação na região central de campo grande deve priorizar meios de transporte alternativos e sustentáveis, que garantam não só melhoria ambiental com meios de transporte não motorizados e/ou com motores híbridos (plug-in ou não) e elétricos, mas que também o fácil acesso aos espaços urbanos por pessoas com mobilidade reduzida, gestantes e idosos.

Os eletropostos de recarga poderão funcionar também como suporte para anúncios comerciais e/ou informativos desde que tenham autorização da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Gestão Urbana (Semadur).

É permitida a recarga de veículos elétricos que não sejam do titular da unidade consumidora em que se encontra a estação de recarga, inclusive para fins de exploração comercial a preços livremente negociados.

Pontos estratégicos para instalação dos eletropostos de recarga seriam nos próprios locais de embarque e desembarque de passageiros, como próximos a estações de ônibus.

Os preços cobrados aos utilizadores dos veículos elétricos nos pontos de carregamento de acesso público devem ser razoáveis, fácil e claramente comparáveis, transparentes e não discriminatórios.

Os pontos de carregamento dos veículos elétricos instalados num local de domínio público com acesso a uma via pública ou equiparada, ou em local privado que permita o acesso do público em geral devem ser de acesso público.

A atividade de comercialização de eletricidade para a mobilidade elétrica só pode ser exercida por operadores de pontos de carregamento devidamente licenciados.

As entidades responsáveis pela aprovação das instalações elétricas de pontos de carregamento devem realizar inspeções periódicas aos pontos de carregamento explorados por cada operador.

É permitido o tráfego dos veículos elétricos superleves em vias com velocidade máxima permitida de até 40km/h.

Os eletropostos, se técnica e financeiramente razoável, deverão utilizar sistemas de contadores inteligentes, a fim de permitir um tratamento seguro e flexível dos dados e de contribuir para a estabilidade da rede elétrica graças ao carregamento das baterias a partir da rede em períodos de escassa procura geral de eletricidade.

A existência de bicicletários nos pontos de embarque e desembarque dos veículos elétricos promovem uma maior integração entre modais.

As atuais tecnologias de interface de carregamento dos veículos elétricos incluem ligações por cabo, mas deverão ser igualmente tidas em conta as futuras tecnologias de interface, como o carregamento sem fios ou a troca de baterias.

Escreva abaixo outras sugestões de diretrizes que porventura não tenham sido citadas e/ou alterações no texto de alguma pergunta.

Texto de resposta longa



.