

## **Políticas públicas, mobilidade urbana e sustentabilidade: uma revisão sistemática da literatura sobre Zonas de Baixa Emissão (ZBE)**

Public Policies, Urban Mobility, and Sustainability: A Systematic Literature Review on Low Emission Zones (LEZ)

Políticas públicas, movilidad urbana y sostenibilidad: una revisión sistemática de la literatura sobre Zonas de Bajas Emisiones (ZBE)

### **Grupo temático 04 - Gestão de Cidades Resilientes e Sustentáveis**

Iuri Barroso de Moura, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo - FEA-RP/USP

Marina Kolland Dantas, Faculdade de Ciências e Letras - Câmpus de Araraquara da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - FCLAr/UNESP

### **RESUMO**

O transporte é um dos principais responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa (GEE) e de poluentes locais em áreas urbanizadas globalmente, contribuindo assim para as mudanças no clima e a degradação da qualidade ambiental nas cidades. Diante desse quadro, governos locais de grandes capitais na Europa e em outras partes do mundo buscaram soluções de política pública nas últimas décadas para mitigar os impactos negativos causados pela atividade, dentre elas, a criação de Zonas de Baixa Emissão (ZBE). As ZBEs são áreas de restrição de acesso a veículos poluentes e estímulo à mobilidade urbana sustentável, que buscam mitigar os efeitos nocivos do transporte ao ambiente e as pessoas. A partir da década de 2010, surgiram iniciativas baseadas nesse conceito no Brasil, inspiradas em experiências internacionais. O presente trabalho teve como o objetivo realizar uma revisão sistemática de literatura sobre o conceito como parte das políticas públicas voltadas à sustentabilidade das cidades. Para tal, foram realizados o mapeamento, a síntese e a análise de 41 trabalhos acadêmicos sobre o tema, que evidenciaram a relevância das ZBEs para a melhoria da qualidade ambiental e a mitigação das mudanças no clima, os diferentes níveis de maturidade da agenda no mundo e a necessidade de aprofundamento das pesquisas sobre o tema no Brasil.

**Palavras-chave:** Planejamento Urbano; Qualidade do Ar; Mudança do Clima; Zonas de Baixa Emissão; Cidades Sustentáveis.

### **ABSTRACT**

Transport is one of the main contributors to greenhouse gas (GHG) emissions and local air pollutants in urban areas worldwide, thus contributing to climate change and the degradation of environmental quality in cities. In response, local governments in major European capitals and other regions have sought public policy solutions over recent decades to mitigate the negative impacts of transport activities, including the creation of Low Emission Zones (LEZs). LEZs are areas where access by polluting vehicles is restricted and sustainable urban mobility is encouraged, aiming to reduce the harmful effects of transport on the environment and public health. Since the 2010s, initiatives based on this concept have emerged in Brazil, inspired by international experiences. This study aimed to conduct a systematic literature review on the concept of LEZs as part of public policies for urban sustainability. To this end, 41 academic studies were mapped, synthesized, and analyzed, highlighting the relevance of LEZs for improving environmental quality and mitigating climate change, the different levels of maturity of this policy agenda worldwide, and the need to further advance research on the topic in Brazil.

**Keywords:** Urban Planning; Air Quality; Climate Change; Low Emission Zones; Sustainable Cities.

### **RESUMEN**

El transporte es uno de los principales responsables de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y de contaminantes locales en áreas urbanizadas a nivel mundial, contribuyendo así al cambio climático y al deterioro de la calidad ambiental en las ciudades. Frente a este escenario, los gobiernos locales de grandes capitales europeas y de otras regiones del mundo han buscado, en las últimas décadas, soluciones de política pública para mitigar los impactos negativos de la actividad, entre ellas la creación de Zonas de Bajas Emisiones (ZBE). Las ZBE son áreas en las que se restringe el acceso de vehículos contaminantes y se promueve la movilidad urbana sostenible, con el objetivo de reducir los efectos nocivos del transporte sobre el medio ambiente y las personas. A partir de la década de 2010, han surgido en Brasil iniciativas basadas en este concepto, inspiradas en experiencias internacionales. El presente trabajo tuvo como objetivo realizar una revisión sistemática de la literatura sobre el concepto de ZBE como parte de las políticas públicas orientadas a la sostenibilidad urbana. Para ello, se llevó a cabo el mapeo, la síntesis y el análisis de 41 estudios académicos, que evidenciaron la relevancia de las ZBE para la mejora de la calidad ambiental y la mitigación del cambio climático, los distintos niveles de madurez de esta agenda a nivel mundial y la necesidad de profundizar las investigaciones sobre el tema en Brasil.

**Palabras clave:** Planificación Urbana; Calidad del Aire; Cambio Climático; Zonas de Bajas Emisiones; Ciudades Sostenibles.

## 1. Introdução

Segundo o 6º Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023), o transporte urbano desempenha um papel significativo nas emissões de gases de efeito estufa (GEE) e na mudança climática global. Além de medidas voltadas à transição energética do setor para fontes renováveis, o documento ressalta a importância da adoção de políticas de incentivo a modos de transporte sustentáveis (ativos e coletivos) para a mitigação das emissões e para a melhoria da qualidade ambiental das cidades.

Diante desse quadro, governos locais de grandes capitais na Europa e em outras partes do mundo buscaram soluções de política pública nas últimas décadas para mitigar os impactos negativos causados pela atividade, dentre elas, a criação de Zonas de Baixa Emissão (ZBE) (Navarro, 2018; Navarro & Consoni, 2019). O conceito de ZBEs envolve as áreas de restrição de acesso a veículos poluentes e estímulo à mobilidade urbana sustentável, que buscam mitigar os efeitos nocivos do transporte ao ambiente e as pessoas (Ellison, Greaves & Hensher, 2013; Malina & Scheffler, 2015; Navarro, 2018; Navarro & Consoni, 2019; Carvalho Neto et al., 2025).

No contexto brasileiro, apesar da maior parte das emissões de GEE estar associada a questões relacionadas a mudanças no uso da terra e a atividade agropecuária, o transporte também possui impacto significativo. De acordo com dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, coordenado pelo Observatório do Clima, 18% das emissões totais no país eram provenientes do setor de energia em 2023, sendo que destas, 53,3% eram oriundas do transporte. No período entre 1970 e 2023, as emissões associadas à atividade observaram um aumento de 455% (SEEG BRASIL, 2024).

Tendo em vista a relação dessa atividade essencialmente ao contexto urbano, cumpre destacar que 55% da população mundial vive em áreas urbanas (ONU, 2022) e que no Brasil 87,4% da população (cerca de 177,5 milhões de pessoas) reside em cidades (IBGE, 2022), de forma que esse lócus amplia as dificuldades de garantia do equilíbrio espacial, social e ambiental (Kniess et al., 2019).

Frente ao contexto apresentado, a adoção de políticas públicas que reduzam as externalidades negativas do transporte (Banister, 2005; 2008) é fundamental para a sustentabilidade das cidades brasileiras. Nesse sentido, a implementação de Zonas de Baixa Emissão (ZBE) por parte de governos locais pode gerar resultados e impactos que se alinham com a Agenda 2030 e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), especialmente o ODS 3 (Saúde e Bem-estar), o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) (ONU, 2015).

Diante das questões apresentadas, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sistemática de literatura sobre o conceito de Zonas de Baixa Emissão (ZBE), como parte das políticas públicas voltadas à sustentabilidade das cidades. A pesquisa visa contribuir para o aprofundamento do conhecimento sobre o tema ao levantar diferentes visões sobre a definição do conceito e das estratégias para sua implementação, além de análises sobre seus resultados e impactos ambientais, sociais e econômicos em diferentes regiões do mundo. Cabe enfatizar também que há uma lacuna de revisão sistematizada sobre o tema no Brasil. Dessa forma, o trabalho oferece subsídios teóricos, para o avanço da discussão da agenda no meio acadêmico, e práticos, para que governos locais possam aprimorar o planejamento e a gestão de iniciativas dessa natureza no país.

## 2. Procedimentos metodológicos

De acordo com Kitchenham (2004), uma revisão sistemática de literatura se caracteriza pela identificação, avaliação e interpretação, de forma estruturada e formal, de toda a pesquisa relevante sobre um tema ou fenômeno de interesse. De forma complementar, Shankardass et al. (2012) afirmam que esta abordagem é útil para mapear a literatura existente sobre um tema complexo ou pouco explorado, particularmente quando este ainda se encontra em desenvolvimento. O cenário descrito pelos autores se aplica ao estudo das relações entre ZBEs e políticas públicas locais voltadas à sustentabilidade das cidades brasileiras.

A revisão da literatura foi realizada para desenvolver um panorama quanto às inter-relações entre Zonas de Baixa Emissão e políticas públicas. Para tanto, foi utilizada inicialmente a plataforma Scopus, sendo a pesquisa orientada pelos termos “*low emission zones*” e “*policy*” nos títulos, resumos e palavras-chave dos trabalhos acadêmicos, resultando em 174 documentos. Na sequência foram aplicados os seguintes critérios de inclusão:

- **Palavras-chave:** “*low emission zone* ou *clean air zones*” e “*policy* ou *planning*”;
- **Descritores presentes em:** título (palavras-chave principais);
- **Tipo de documento:** artigos publicados e in press;
- **Áreas:** “Business, Management and Accounting” e “Social Sciences”; e
- **Língua:** inglês.

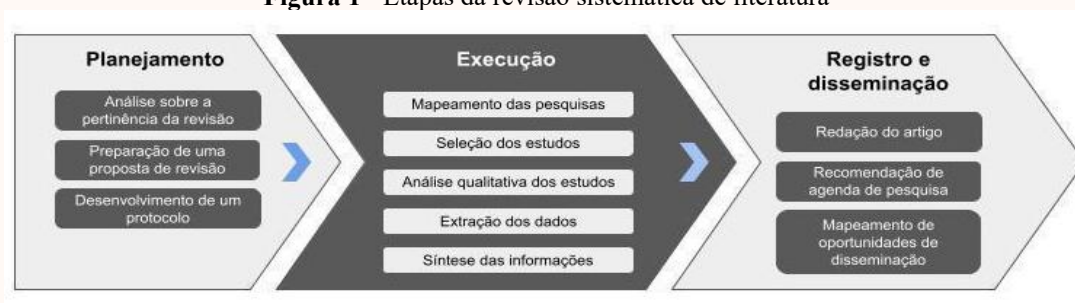
O código utilizado foi:

*( TITLE ( "Low Emission Zones" OR "Clean Air Zones" ) AND TITLE-ABS-KEY ( policy OR planning ) ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "SOCI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "BUSI" ) ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) )*

Com a aplicação dos filtros restaram 37 estudos na plataforma Scopus, todos em língua inglesa. Diante da ausência de referências produzidas no Brasil e em português, optou-se por complementar a pesquisa por meio da plataforma Google Scholar, considerando a busca a partir do termo “Zonas de Baixa Emissão”, resultando em 116 referências identificadas. Posteriormente, aplicou-se o operador *"all in title"* para restringir a busca aos títulos das publicações. Nessa etapa, foram identificados apenas 4 trabalhos acadêmicos em língua portuguesa e publicados por pesquisadores brasileiros. A aplicação dos filtros descritos em ambas as plataformas utilizadas na pesquisa (Scopus e Google Scholar) resultou na identificação de 41 referências até o dia 12 de junho de 2025, sendo 37 em inglês e 4 em português. A partir da leitura aprofundada dos artigos, foi feita a análise sobre a possibilidade de exclusão de parte das referências levantadas em função do não alinhamento dos objetos de pesquisa com o trabalho.

A Figura 1 representa as etapas percorridas na revisão sistemática.

**Figura 1** - Etapas da revisão sistemática de literatura



**Fonte:** Elaborado pelos autores com base em Tranfield, Denyer e Smart (2003).

O Quadro 1 descreve o protocolo adotado para a organização preliminar dos artigos identificados como parte do plano de pesquisa.

**Quadro 1** - Protocolo preliminar de organização dos artigos

| Dados        | Descrição                                                            |
|--------------|----------------------------------------------------------------------|
| Título       | Qual o título da publicação?                                         |
| Autores      | Quem são os autores da publicação?                                   |
| Origem       | Qual o país de origem das instituições dos autores?                  |
| Instituições | Quais as instituições de ensino e pesquisa envolvidas na publicação? |
| Periódico    | Qual o periódico no qual a pesquisa foi publicada?                   |
| Citações     | Qual o impacto do periódico diante do número de citações?            |
| Ano          | Qual o ano de publicação?                                            |

**Fonte:** Elaborado pelos autores com base em Dantas et al. (2019).

Em seguida, visando sintetizar os resultados encontrados, definiu-se uma proposta de codificação dos estudos baseada em Jabbour (2013), Secchi (2013) e em Dantas et al. (2019), conforme Quadro 2. A proposta inicial de codificação foi revisada após a leitura das referências, visando maior alinhamento ao conteúdo analisado.

**Quadro 2** - Variáveis de análise do conteúdo dos artigos

| Variáveis                                         | Codificações                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Região de aplicação da pesquisa                   | A - Europa; B - América Latina; C - América do Norte; D - África Subsaariana; E - Oriente Médio e Norte da África (MENA); F - Sudeste Asiático; G - Sul da Ásia; H - Leste Asiático; I - Ásia Central; J - Oceania. |
| Região da instituição de ensino do primeiro autor | A - Europa; B - América Latina; C - América do Norte; D - África Subsaariana; E - Oriente Médio e Norte da África (MENA); F - Sudeste Asiático; G - Sul da Ásia; H - Leste Asiático; I - Ásia Central; J - Oceania. |
| Cooperação na Pesquisa                            | A - Sem cooperação (1 instituição); B - Cooperação (2 instituições); C - Cooperação (mais de 2 instituições).                                                                                                       |
| Tipo de Pesquisa                                  | A - Quantitativa; B - Qualitativa; C - Métodos mistos.                                                                                                                                                              |
| Método / Ferramenta                               | A - Entrevista; B - Questionário; C - Pesquisa documental/bibliográfica; D - Métodos estatísticos; E - Combinação de ferramentas; F - Revisão sistemática.                                                          |
| Foco da pesquisa                                  | A - Avaliação de uma política pública; B - Proposição de metodologia/ modelo/conceitos teóricos; C - Análise de fatores específicos.                                                                                |
| Ciclo de política pública                         | A - Identificação do problema; B - Formulação da política pública; C - Tomada de decisão; D - Implementação; E - Monitoramento e avaliação; F - Reformulação ou encerramento.                                       |

**Fonte:** Elaborado pelos autores com base em Jabbour (2013), Secchi (2013) e Dantas *et al.* (2019).

### 3. Resultados e discussões

Esta seção foi estruturada em três partes: (i) apresentação dos resultados da análise descritiva das referências mapeadas; (ii) conceituação e análise sobre suas relações com o ciclo de políticas públicas; e (iii) proposição de uma agenda de estudos futuros. O Quadro 3 apresenta a lista e o resumo das referências consideradas na revisão sistemática de literatura.

**Quadro 3** - Lista das referências consideradas na revisão sistemática de literatura

| ID | Autores                 | Resumo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Wang e Zhong (2025)     | A Zona de Emissões UltraBaixas (ZEUB) visa melhorar a qualidade do ar, restringindo veículos poluentes. Enquanto pesquisas anteriores focaram na qualidade do ar e na contagem de veículos, seu impacto na mobilidade humana e nas desigualdades socioespaciais permanece pouco explorado. Este estudo abordou essa lacuna quantificando o impacto causal na mobilidade humana por meio de um modelo estendido de Séries Temporais Interrompidas (STI) e dados anonimizados em larga escala de aplicativos móveis. |
| 2  | Beshir e Fichera (2025) | Este estudo investigou os efeitos da ZBE e da Zona de Emissão Ultra Baixa (ZEUB) de Londres na qualidade do ar, afastamentos por doença, bem-estar e saúde física.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| ID | Autores                                  | Resumo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3  | Broster e Terzano (2025)                 | Este estudo utilizou dois modelos de regressão robustos para responder a duas perguntas de pesquisa relacionadas às métricas-chave de concentração de poluentes e benefícios de saúde a longo prazo após a implementação das ZBEs. O impacto de diferentes políticas em várias métricas de saúde também foi examinado com base em revisões de literatura. Os resultados obtidos após a análise das ZBEs de Londres (2008) e ZEUB (2019) foram usados para avaliar a viabilidade do Plano de Ar Limpo de Manchester.                   |
| 4  | McNeil e Mitsch (2025)                   | A derrota inesperada do Partido Trabalhista em uma recente eleição suplementar foi atribuída à expansão da Zona de Emissão Ultra Baixa (ZEUB) de Londres. Utilizando uma metodologia de diferenças em duas fases da expansão da ZEUB e examinando três conjuntos de eleições, encontramos efeitos políticos inconsistentes. Em todos os três cenários eleitorais, observamos efeitos relativamente pequenos para o Partido Trabalhista.                                                                                               |
| 5  | Vandenhole (2025)                        | Este artigo explorou como a ZBE de Ghent evoluiu para uma controvérsia política utilizando uma análise de rede discursiva em duas fases: primeiro, a estrutura discursiva da controvérsia foi dissecada para identificar os diferentes discursos e coalizões; segundo a estrutura argumentativa dos discursos foi analisada para revelar os tipos de argumentos utilizados e como eles contribuíram para intensificar a controvérsia.                                                                                                 |
| 6  | Liotta (2025)                            | Este estudo investigou os fatores que impulsionam as desigualdades nos impactos das ZBEs sobre a acessibilidade ao emprego entre diferentes categorias ocupacionais em oito cidades francesas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 7  | Valdés, Espadafor e Conte Keivabu (2025) | Este estudo examinou a ZBE introduzida na cidade de Madri no final de 2018 e investigou seu impacto no desempenho acadêmico de estudantes que frequentam escolas na área designada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 8  | Bladin, Boucasse e Mathy (2025)          | Este artigo desenvolveu uma metodologia para avaliar os impactos ex-ante de uma ZBE sobre lares vulneráveis ou pobres. Primeiro, identificaram-se os lares afetados pela ZBE. Em seguida, o indicador multidimensional VulMob foi utilizado para identificar, entre os lares afetados, aqueles com baixa acessibilidade ao transporte e altamente vulneráveis de acordo com seus perfis. Por fim, avaliou-se a capacidade de adaptação em termos de opções de mudança modal e considerando a possibilidade de modificação do destino. |
| 9  | Poulhès, Proulhac e Malriat (2025)       | Identificaram os residentes menos afetados pela redução da poluição do ar e aqueles mais impactados devido à posse de veículos não compatíveis, com foco na região de Paris (França).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 10 | Gastaldi, Ceccato e Rossi (2024)         | Analisaram fatores que promovem e dificultam a aceitabilidade de uma ZBE em uma cidade de médio porte, Pádua (Itália), onde uma possível transição da atual zona de tráfego limitado para uma ZBE foi investigada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 11 | Moral-Carcedo (2024)                     | Analisaram o efeito dissuasivo da implementação da ZBE Madrid Central e como a intensidade do tráfego foi afetada, tanto na área restrita quanto em outras zonas da cidade.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 12 | Knamiller et al. (2024)                  | Identificaram barreiras e facilitadores-chave para a implementação de uma Zona de Ar Limpo em tempo real, enquanto a política estava sendo desenvolvida e implementada em uma grande cidade do norte da Inglaterra.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 13 | Tassinari (2024)                         | O objetivo deste artigo foi esclarecer o efeito das Zonas de Baixa Emissão (ZBE) sobre o tráfego. Utilizando dados granulares de alta frequência sobre o tráfego da cidade de Madri, analisou-se se os esquemas de ZBE são eficazes na redução do fluxo e da densidade dentro da área de implementação e se geram um efeito de deslocamento.                                                                                                                                                                                          |
| 14 | Gómez-Losada e Pires (2024)              | Este estudo procurou avaliar a eficácia da ZBE de Madri quantificando a redução da poluição ambiente e de fundo - esta última representando a poluição à qual a população está cronicamente exposta.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

| ID | Autores                                          | Resumo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15 | Borowska-Stefańska et. al (2024)                 | Avaliaram o impacto que uma ZBE teria sobre o subsistema de transporte rodoviário. Diferentes cenários foram adotados em relação à extensão espacial da própria zona, às etapas de sua implementação e aos veículos na rede (por idade, cilindrada e tipo de combustível).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 16 | Park e Tarui (2024)                              | Investigaram o efeito da ZBE, projetada para restringir veículos a diesel antigos, sobre a qualidade do ar em Seul, República da Coreia, utilizando a abordagem de descontinuidade na regressão no tempo (RDiT).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 17 | Alvarez-Gallo, Echavarria-Cuervo e Maheut (2024) | Identificaram estratégias complementares para a logística urbana de cargas em uma ZBE que possam ser implementadas no centro de Medellín, Colômbia. Concluíram que as estratégias devem ser executadas a partir da identificação das características e dos problemas dos estabelecimentos comerciais da área, bem como das opiniões dos empreendedores.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 18 | Gonzalez, Gomez e Vassalo (2023)                 | Exploraram em que medida a gestão de estacionamento e a implementação de ZBEs reduzem a demanda por estacionamento dos veículos mais poluentes.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 19 | Aydin e Kürschner (2023)                         | Analysaram o impacto do endurecimento de uma restrição à condução privada na capital da Alemanha, a cidade de Berlim, sobre os preços das casas em seus subúrbios mais abastados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 20 | Seter, Arnesen e Moscoso (2023)                  | Investigaram as atitudes em relação a uma ZBE piloto e a um sistema de cobrança de usuários de estrada diferenciado por distância.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 21 | Mebrahtu et al. (2023)                           | Apresentaram os resultados de uma pesquisa transversal sobre a implementação de uma Zona de Ar Limpo, realizada com 1.949 respondentes que viviam ou trabalhavam em Bradford, na Inglaterra, entre abril e dezembro de 2021.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 22 | Balaguer, Pernías e Ripollés (2023)              | Este artigo forneceu uma avaliação empírica inicial do possível impacto de uma Zona de Baixa Emissão (ZBE) nas taxas de sucateamento de veículos. A análise baseia-se em um desenho quase-experimental, aplicado ao caso espanhol conhecido como Madrid Central.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 23 | Szegedi (2023)                                   | O escândalo Dieseltgate de 2015 levou a uma re-regulamentação substancial dos limites de emissão da União Europeia para veículos. Paralelamente, vários Estados-membros, especialmente capitais europeias importantes, introduziram medidas ambientais adicionais contra a poluição do ar. Entre elas estavam as Zonas de Baixa Emissão, destinadas a garantir um ar mais limpo em termos formais, mas que não tinham competências de aprovação de tipo de veículo dentro do mercado único. Este artigo argumentou que há uma necessidade clara de reconsiderar a abordagem formal do Tribunal, adaptando-o às novas realidades da integração europeia. |
| 24 | Tarriño-Ortiz et al. (2022)                      | Este artigo buscou estudar o caso da “Madrid Central”, uma ZBE recentemente implementada na Espanha. Uma campanha de pesquisa foi conduzida para explorar mudanças na escolha modal declaradas pelos respondentes devido à implementação da ZBE. Com base nisso, foi realizada uma análise de escolha discreta para identificar os principais fatores que determinam as mudanças na participação modal após a implementação da ZBE.                                                                                                                                                                                                                     |
| 25 | Verbeek e Hincks (2022)                          | Analysaram simultaneamente a exposição desigual à poluição do ar e o impacto desigual na acessibilidade, em um estudo comparativo das ZBEs em Londres e Bruxelas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 26 | Rizki et al. (2022)                              | Exploraram os fatores sociopsicológicos que afetam a aceitabilidade e a preferência por restrições (tipo de veículo e estratégias) na replicação da ZBE em Jacarta, Indonésia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 27 | Lurkin, Hambuckers e Van Woensel (2021)          | Demonstraram como diferentes configurações de ZBE levam a diferentes impactos na poluição do ar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 28 | Morton, Mattioli e Anable (2021)                 | Apresentaram uma avaliação da aceitabilidade pública das ZBEs pela aplicação de estrutura conceitual que integra uma variedade de constructos sociopsicológicos provenientes de modelos teóricos de comportamento e de achados empíricos sobre a aceitabilidade de medidas de gestão da demanda por viagens.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

| ID | Autores                                 | Resumo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 29 | Bernardo, Fageda e Flores-Fillol (2021) | Examinaram a eficácia das ZBEs, comparando os resultados existentes na literatura sobre a eficácia dos pedágios urbanos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 30 | Oltra et al. (2021)                     | Pesquisaram sobre a aceitação pública das ZBEs entre residentes de Barcelona, Espanha.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 31 | Peters, Burguillo e Arranz (2021)       | Analysaram o efeito de uma ZBE representativa em Madri sobre a mudança no registro de veículos para tecnologias de combustível alternativo e sua eficácia na redução das emissões de CO <sub>2</sub> da frota de veículos.                                                                                                                                                                                                                       |
| 32 | Tarriño-Ortiz et al. (2021)             | Exploraram o impacto de quatro grupos de variáveis na aceitabilidade pública das ZBEs, em estudo de caso na cidade de Madri, Espanha: (i) características socioeconômicas e demográficas; (ii) atitudes pessoais; (iii) variáveis relacionadas a deslocamentos; e (iv) percepções e hábitos de mobilidade ligados às ZBEs.                                                                                                                       |
| 33 | Poulhès e Proulhac (2021)               | Avaliaram os potenciais benefícios à saúde das ZBEs para a população da região de Paris, levando em consideração os níveis individuais de exposição à poluição do ar durante os deslocamentos e atividades ao longo do dia.                                                                                                                                                                                                                      |
| 34 | Silvaggio et al. (2020)                 | O projeto LIFE MONZA (Metodologias para Introdução e Gestão de Zonas de Baixa Emissão de Ruído) visou definir um método de fácil replicação para a identificação e gestão de Zonas de Baixa Emissão de Ruído (Noise LEZ), áreas urbanas sujeitas a restrições de tráfego, geralmente introduzidas para garantir o cumprimento dos limites de poluentes atmosféricos prescritos pela Diretiva Europeia sobre qualidade do ar ambiente 2008/50/EC. |
| 35 | Malina e Scheffler (2015)               | Examinaram a eficácia das ZBEs na redução dos níveis de PM <sub>10</sub> em áreas urbanas na Alemanha e quantificou os impactos à saúde associados à redução da poluição do ar dentro das zonas.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 36 | Ellison, Greaves e Hensher (2013)       | Este artigo utilizou informações de registro e fiscalização para avaliar o impacto da zona de baixa emissão de Londres sobre os registros de veículos, uso e poluição do ar. A zona foi implementada em etapas a partir de 2008 para reduzir as emissões de poluentes atmosféricos prejudiciais à saúde humana.                                                                                                                                  |
| 37 | De Borger e Proost (2013)               | Este artigo considerou várias medidas de política pública que os governos podem utilizar para reduzir as externalidades do tráfego nas cidades. Ao contrário de grande parte da literatura disponível, que enfatiza o congestionamento, focou-se em medidas que reduzissem a poluição, o ruído e riscos de acidentes.                                                                                                                            |
| 38 | Navarro e Consoni (2019)                | Refletiram sobre as condições para a implementação de ZBEs, classificada como uma medida regulatória de restrição veicular, para reduzir as emissões localmente.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 39 | Barreto e Consoni (2018)                | Essa pesquisa abordou a experiência das ZBEs na Itália, com enfoque nas zonas de baixa emissão de quatro cidades: Milão, Palermo, Roma e Nápoles.                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 40 | Navarro (2018)                          | Avaliou as ZBEs como medida regulatória para a mitigação dos gases de efeito estufa (GEE), advindos do transporte urbano.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 41 | Carvalho Neto et al. (2025)             | Este estudo forneceu uma revisão bibliográfica sobre métodos de implementação dessas zonas ao analisar as boas práticas internacionais e seu emprego no cenário brasileiro.                                                                                                                                                                                                                                                                      |

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

### 3.1. Análise descritiva da literatura

A análise das referências levantadas demonstra que as pesquisas sobre Zonas de Baixa Emissão têm se intensificado no ambiente acadêmico nos últimos anos. Os trabalhos identificados foram publicados entre os anos de 2013 e 2025, sendo que 34 (82,9%) foram publicados nos últimos cinco anos (2021 - 2025). Esse dado mostra que o tema é atual e relevante para pesquisas sobre política pública, mobilidade urbana e sustentabilidade.

Entre os 21 periódicos utilizados para a publicação das pesquisas, destaca-se o periódico *“Transportation Research”*, especialmente as partes A (Policy and Practice) e D (Transport and Environment). O periódico foi responsável pela divulgação de 11 artigos (26,8%) identificados na pesquisa, publicados entre 2013 e 2025. O jornal também é o mais influente no ambiente acadêmico entre os periódicos identificados, concentrando 62,7%

(383) do total das citações dos artigos mapeados. Outro periódico relevante é a revista “*Sustainability*”, da Suécia, responsável pela divulgação de 4 artigos (9,8%) com alcance significativo (11,3% do total de citações).

A análise sobre a localização geográfica das publicações levou em consideração duas variáveis: (i) a região em que a pesquisa foi aplicada, considerando seu objeto, e (ii) a origem da instituição de ensino do primeiro autor. Em ambos os casos, verificou-se uma concentração significativa de trabalhos oriundos da Europa. Em relação à primeira variável, 34 artigos (82,9%) consideraram objetos associados a experiências de ZBEs e processos associados em cidades europeias, em países como: Inglaterra, França, Espanha, Alemanha, Itália e Bélgica. Sobre a origem das instituições de ensino, 33 (80,5%) artigos foram desenvolvidos por primeiros autores vinculados a instituições europeias. Apenas 5 pesquisas (12,2%) abordaram o tema no contexto da América Latina, sendo que 4 foram realizadas no Brasil.

A cooperação acadêmica se mostrou significativa nas pesquisas mapeadas, especialmente entre Instituições de Ensino Superior europeias. Mais de 50% dos trabalhos (22) foram desenvolvidos por pesquisadores de duas ou mais instituições. Destacam-se as contribuições da University College London (UCL), da University of York, da University of Leeds e da Universidad Politécnica de Madrid. No Brasil, identificou-se apenas um caso de cooperação entre o Programa de Engenharia de Transportes da COPPE/UFRJ e a Universidade Veiga de Almeida. Destaca-se a contribuição da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), responsável por 75% das pesquisas mapeadas no país.

Aproximadamente 75% das pesquisas mapeadas adotaram metodologias de natureza quantitativa, especialmente aquelas realizadas na Europa (31) e no Sudeste Asiático (2). Apenas 6 pesquisas adotaram metodologias qualitativas e 4 recursos mistos (quantitativos + qualitativos). Todas as pesquisas realizadas no Brasil foram qualitativas.

### 3.2. Aspectos conceituais

As ZBEs são áreas de restrição de acesso a veículos poluentes e estímulo à mobilidade urbana sustentável, que buscam mitigar os efeitos nocivos do transporte ao ambiente e as pessoas (Ellison, Greaces & Hensher, 2013; Malina & Scheffler, 2015; Navarro, 2018; Navarro & Consoni, 2019; Carvalho Neto et al., 2025). As primeiras iniciativas surgiram no fim da década de 1990 na Europa, com foco na implementação de medidas para limitar a circulação de veículos pesados altamente poluentes nos centros das cidades, como caminhões comerciais, visando a melhoria da qualidade do ar (Navarro, 2018; Navarro & Consoni, 2019).

As referências analisadas evidenciam variações das abordagens adotadas nas ZBEs para a restrição e o controle de veículos poluentes, associadas à tipologia e a intensidade das medidas propostas. Em alguns casos, essas variações podem estar associadas a uma mesma iniciativa, correspondendo a diferentes fases e/ou perímetros de implementação (ZBE, Zonas de Emissão Ultra Baixa e Zonas de Emissão Zero). O Quadro 4 apresenta uma síntese das principais variações mapeadas, contendo uma breve descrição das medidas adotadas.

**Quadro 4** - Síntese das abordagens adotadas em ZBEs para a restrição de veículos poluentes

| Abordagem                       | Descrição                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Padrão mínimo de emissões       | Restringe o acesso de veículos que não atendem a um padrão mínimo de emissões (ex. Normas Euro), com foco na redução de poluentes e melhoria da qualidade ambiental (ex. poluição sonora) em áreas críticas. |
| Cobrança por não conformidade   | Permite o acesso de veículos fora do padrão mínimo, mediante pagamento de tarifa diária, buscando desincentivar economicamente o uso de veículos mais poluentes.                                             |
| Regras operacionais para cargas | Aplica controle de acesso temporal, limites de velocidade, janelas de entrega, rotas dedicadas e regras logísticas para veículos de carga em áreas centrais.                                                 |
| Restrição por classe veicular   | Proíbe categorias específicas de veículos (ex. caminhões pesados, ônibus antigos a diesel) como fase transitória ou medida focada na mitigação de impactos severos.                                          |

| Abordagem            | Descrição                                                                                                                                                                          |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zona de Emissão Zero | Proíbe integralmente veículos a combustão no perímetro, permitindo apenas não poluentes (ex. veículos elétricos, a hidrogênio ou não motorizados), em horizonte temporal definido. |

**Fonte:** Elaborado pelos autores com base em Ellison, Greaves e Hensher (2013), Navarro (2018), Navarro e Consoni (2019), Silvaggio et al. (2020), Poulhès e Proulhac (2021), Tarriño-Ortiz et al. (2021), Mebrahtu et al. (2023), Knamiller et al. (2024) e Carvalho Neto et al. (2025).

Nas últimas décadas, as ZBEs passaram a incorporar medidas de política pública que visam não apenas a melhoria da qualidade do ar, mas também a gestão da demanda por transporte individual motorizado, a aceleração da renovação da tecnologia veicular nas frotas urbanas, a redução da poluição sonora, a melhoria da infraestrutura para pedestres e ciclistas e o incentivo ao uso de transporte público coletivo (Carvalho Neto et al., 2025).

Com relação ao foco das pesquisas analisadas e suas conexões com o ciclo de políticas públicas (Secchi, 2013), foi possível identificar três grandes grupos entre as referências: (i) pesquisas para avaliação dos impactos da implementação de ZBEs, (ii) proposições de metodologias, modelos e estruturas conceituais associadas às ZBEs, e (iii) análises da percepção e do comportamento da população diretamente afetada pela implementação de ZBEs. O Quadro 5 traz uma síntese desses grupos e das referências associadas.

**Quadro 5** - Grupos de referências por foco da pesquisa e relação com o ciclo de políticas públicas conforme as variáveis de análise

| Foco da pesquisa                                        | Ciclo de política pública                                                                    | Referências                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A - Avaliação de uma política pública                   | E - Monitoramento e avaliação                                                                | Ellison, Greaves e Hensher (2013); Malina e Scheffler (2015); Peters, Burguillo e Arranz (2021); Oltra <i>et al.</i> (2021); Bernardo, Fageda e Flores-Fillol (2021); Verbeek e Hincks (2022); Tarriño-Ortiz et al. (2022); Aydin e Kürschner (2023); Balaguer, Pernías e Ripollés (2023); Gonzalez, Gomez e Vassalo (2023); Park e Tarui (2024); Gómez-Losada e Pires (2024); Tassinari (2024); Moral-Carcedo (2024); Poulhès, Proulhac e Malriat (2025); Bladin, Boucasse e Mathy (2025); Valdés, Espadafor e Conte Keivabu (2025); Liotta (2025); Broster e Terzano (2025); Beshir e Fichera (2025); Wang e Zhong (2025). |
| B - Proposição de metodologia/modelo/conceitos teóricos | B - Formulação da política pública                                                           | De Borger e Proost (2013); Navarro (2018); Barreto e Consoni (2018); Navarro e Consoni (2019); Silvaggio et al. (2020); Poulhès e Proulhac (2021); Lurkin, Hambuckers e Van Woensel (2021); Seter, Arnesen e Moscoso (2023); Borowska-Stefanska et. al (2024); Carvalho Neto et al. (2025).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| C - Análise de fatores específicos                      | A - Identificação do problema<br>B - Formulação da política pública<br>C - Tomada de decisão | Tarriño-Ortiz et al. (2021); Morton, Mattioli e Anable (2021); Rizki et al. (2022); Szegedi (2023); Mebrahtu et al. (2023); Alvarez-Gallo, Echavarria-Cuervo e Maheut (2024); Knamiller et al. (2024); Gastaldi, Ceccato e Rossi (2024); Vandenhole (2025); McNeil e Mitsch (2025).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

A maioria das pesquisas mapeadas (21 - 52,5%) visou avaliar os impactos da implementação de ZBEs em termos ambientais, sociais e econômicos (Foco da pesquisa: A). Desse conjunto, apenas 1 pesquisa remete a um exemplo de fora da Europa, na cidade de Seul, Coreia do Sul. Esse resultado demonstra o estágio mais avançado da agenda na Europa e a necessidade de avanços nas pesquisas sobre o tema em outras regiões que estão promovendo esse tipo de iniciativa, como, por exemplo, a América Latina. A consideração do contexto local é fundamental para obtenção de resultados aderentes à realidade, que possam subsidiar de forma adequada a formulação de políticas públicas.

Do ponto de vista do ciclo de políticas públicas, as metodologias empregadas e os resultados obtidos poderiam contribuir com o aprimoramento do processo de monitoramento e avaliação dessas iniciativas (Ciclo de política pública: E). As metodologias desse conjunto de pesquisas são predominantemente quantitativas, adotando uma grande diversidade de recursos para coleta e análise de dados, especialmente estatísticos. Os resultados obtidos indicam que, dependendo do contexto local, das dimensões e da intensidade das medidas, a implementação de ZBEs pode contribuir significativamente para a melhoria da qualidade do ar e a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) nas cidades (Ellison, Greaves & Hensher, 2013; Malina & Scheffler, 2015; Peters, Burguillo & Arranz, 2021; Oltra et al., 2021; Balaguer, Pernías & Ripollés, 2023; Park & Tarui, 2024; Gómez-Losada & Pires, 2024; Valdés, Espadafor & Conte Keivabu, 2025; Broster & Ternazo, 2025; Beshir & Fichera, 2025).

As pesquisas apontam ainda outros tipos de impactos positivos das ZBEs, como: a migração das viagens para modos sustentáveis de transporte (Tarrino-Ortiz et al., 2022; Wang & Zhong, 2025), o aumento da segurança viária (Balaguer, Pernías & Ripollés, 2023), o aprimoramento da gestão de estacionamentos em vias públicas (Gonzalez, Gomez & Vassalo, 2023), a melhoria das condições de tráfego (Tassinari, 2024), a elevação do desempenho escolar de estudantes (Valdés, Espadafor & Conte Keivabu, 2025), a melhoria da saúde dos trabalhadores e a redução dos gastos governamentais (Beshir & Fichera, 2025).

Apesar das inúmeras evidências que indicam os impactos positivos da implementação de ZBEs nas cidades europeias, algumas pesquisas mostram desafios a serem superados na implementação dessas políticas públicas. A implementação de medidas brandas para a restrição de veículos poluentes e o estímulo a modos de transporte sustentáveis, pode ocasionar resultados pouco significativos e o não alcance de metas estabelecidas em termos de qualidade do ar e das emissões de GEE (Peters, Burguillo & Arranz, 2021; Gómez-Losada & Pires, 2024). Parte das pesquisas também apontou a ineficiência na melhoria das condições do tráfego no interior das ZBEs (Bernardo, Fageda & Flores-Fillol, 2021) e efeitos negativos em áreas limítrofes (Moral-Carcedo, 2024).

É importante destacar também, o risco de acentuação das desigualdades sociais na implementação de ZBEs, questão que deve ser tratada de forma prioritária para a mitigação e a adaptação de nossas cidades frente às mudanças climáticas. Algumas pesquisas apontaram os impactos desiguais gerados por ZBEs na exposição à poluição e no acesso às oportunidades, observando-se efeitos negativos mais acentuados sobre populações pobres com menor capacidade adaptativa (Verbeek & Hincks, 2022; Poulhès, Proulhac & Malriat, 2025; Bladin, Boucasse & Mathy, 2025). Em geral, essas pessoas estão expostas a viagens mais longas, a piores condições de acesso ao transporte público coletivo e não dispõem de recursos para a aquisição de veículos menos poluentes. A pesquisa conduzida por Aydin & Kürschner (2023), por exemplo, indicou o aumento dos valores dos imóveis no entorno de estações de transporte coletivo (trem) em subúrbios afastados do centro em Berlim (30 minutos de deslocamento), após a implementação de medidas mais restritivas ao uso do transporte individual motorizado associadas a ZBE.

Um número significativo de referências mapeadas (10 - 24,4%) teve como foco a proposição de metodologias, modelos e estruturas conceituais associadas às Zonas de Baixa Emissão (Foco da pesquisa: B), capazes de contribuir com o processo de formulação desse tipo de política pública (Ciclo de política pública: B). A maioria desse grupo de referências (6), propôs metodologias quantitativas para apoiar o processo de diagnóstico (Silvaggio et al., 2020; Seter, Arnesen & Moscoso, 2023) e construção de cenários por meio de modelos estatísticos (De Borger & Proost, 2013; Poulhès, Proulhac & Malriat, 2025; Lurkin, Hambuckers & Van Woensel, 2021; Borowska-Stefanska et al., 2024) para subsidiar o planejamento de tráfego e simular os potenciais impactos ambientais (qualidade do ar e poluição sonora) de ZBEs. Todas essas pesquisas foram desenvolvidas em cidades da Europa.

Outra parte desse conjunto de referências são as 4 pesquisas publicadas no Brasil, que adotaram metodologias qualitativas (análise documental e pesquisa bibliográfica) para a identificação de estratégias e recomendações ao nível conceitual para implantação de ZBEs no país (Barreto & Consoni, 2018; Navarro, 2018; Navarro & Consoni, 2019; Carvalho Neto et al., 2025). Essas referências refletem o estágio embrionário da agenda no país, com poucas iniciativas em fase de formulação e início do processo de implantação em grandes cidades e capitais, como Rio de Janeiro e Belo Horizonte.

No caso do Rio de Janeiro, por exemplo, o governo municipal publicou um decreto formalizando a criação do Distrito de Baixa Emissão (DBE) em 2022, sendo essa medida acompanhada pelo início da implementação de ações de médio prazo associadas ao planejamento estratégico municipal para o período 2021 - 2024 (RIO DE JANEIRO, 2021). Em Belo Horizonte, o processo de formulação do Plano Local de Mobilidade Limpa (PLML) para o Centro Metropolitano foi finalizado no fim de 2024.

Por fim, foram mapeadas ao menos 10 pesquisas (24,4% do total) com foco na análise de fatores sociais e políticos, que podem influenciar o processo de tomada de decisão de governos locais e afetar a implementação de ZBEs (Foco da pesquisa: C). Da perspectiva do ciclo de políticas públicas, as metodologias quantitativas e qualitativas empregadas nesse conjunto de pesquisas poderiam apoiar gestores públicos nos processos de identificação do problema, formulação e tomada de decisão sobre a agenda (Ciclo de política pública: A, B e C).

Por sua natureza, associada à promoção de modos de transporte sustentáveis e à restrição a veículos poluentes, a proposição de ZBEs pode enfrentar resistência por parte de alguns setores da sociedade. Esse tipo de controvérsia, mesmo que desconectada de evidências científicas, pode inviabilizar politicamente uma determinada iniciativa. Portanto, a aceitação pública é fundamental.

A pesquisa conduzida por Tarrío-Ortiz et al. (2021) sobre a ZBE “Madrid Central”, evidencia a influência significativa de fatores como ideologia política, consciência ambiental, modo de transporte principal, uso de sistemas de mobilidade compartilhada e frequência de acesso à área abrangida, na aceitabilidade das pessoas em relação à iniciativa. Rizki et al. (2022) e Mebrahtu et al. (2023) reforçaram a importância do nível de consciência ambiental como um fator de aceitabilidade de ZBEs entre a população afetada, enquanto Knamiller et al. (2024) destacaram os efeitos positivos para a saúde como um argumento a ser explorado. Por outro lado, Gastaldi, Ceccato e Rossi (2024) mostram a maior resistência dos usuários de automóveis.

De forma complementar, Morton, Mattioli e Anable (2021) destacam que a clareza sobre o volume de investimentos, a transparência, o engajamento das partes interessadas e a conscientização sobre os efeitos negativos da poluição do ar na saúde são fatores fundamentais para a aceitabilidade de ZBEs, aumentando a confiança, a percepção de justiça e o entendimento da população sobre esse tipo de iniciativa.

### 3.3. Agenda de estudos futuros no Brasil

Os resultados da revisão sistemática de literatura comprovam a relevância das ZBEs para a promoção de políticas públicas voltadas à sustentabilidade das cidades, com potencial significativo de contribuir com a melhoria da qualidade do ar, com a redução das emissões de GEEs e o estímulo a padrões de mobilidade urbana menos dependentes de veículos poluentes. As referências demonstram mais amadurecimento da agenda na Europa, com inúmeras iniciativas implementadas em diferentes países e um volume de produção acadêmica muito superior ao de outras regiões.

No Brasil, o número de ZBEs implementadas ainda é pouco significativo, sendo estes processos recentes e exploratórios. Nesse sentido, as pesquisas acadêmicas poderiam se concentrar nas etapas iniciais do ciclo de políticas públicas, visando analisar criticamente e apoiar as etapas de identificação do problema, formulação e tomada de decisão sobre a agenda. Considerando os resultados da revisão sistemática de literatura, sugerimos que os estudos futuros no país se concentrem em duas grandes frentes: (i) na proposição de metodologias, modelos e estruturas conceituais associadas à ZBEs, capazes de contribuir com o processo de formulação desse tipo de política pública no contexto local e (ii) na análise da percepção e do comportamento da população diretamente afetada pela implementação de ZBEs para apoiar gestores públicos na tomada decisória.

Posteriormente, a partir da consolidação da agenda no país, a produção acadêmica poderia avançar nas pesquisas sobre os impactos de médio e longo prazo das ZBEs nas cidades, visando contribuir com o monitoramento e a avaliação dessas iniciativas.

### 4. Considerações finais

O transporte urbano desempenha um papel significativo nas emissões de gases de efeito estufa (GEE) e na mudança climática global (IPCC, 2023). Além de medidas voltadas à transição energética do setor para fontes renováveis, é importante a adoção de políticas de incentivo a modos de transporte sustentáveis (ativos e coletivos) para a mitigação das emissões e para a melhoria da qualidade ambiental das cidades.

As Zonas de Baixa Emissão são áreas de restrição de acesso a veículos poluentes e estímulo à mobilidade urbana sustentável, que buscam mitigar os efeitos nocivos do transporte ao ambiente e as pessoas (Ellisom, Greaves & Hensher, 2013; Malina & Scheffler, 2015; Navarro, 2018; Navarro & Consoni, 2019; Carvalho Neto et al., 2025). As primeiras iniciativas surgiram no fim da década de 1990 na Europa e, nas últimas décadas, progressivamente expandiram seu escopo e alcançaram cidades em outras regiões do mundo (Navarro, 2018; Navarro & Consoni, 2019).

Essas zonas passaram a incorporar medidas de política pública que visam não apenas a melhoria da qualidade do ar, mas também a redução da demanda por transporte individual motorizado (automóveis e motocicletas), a aceleração da renovação da tecnologia veicular nas frotas urbanas, a redução da poluição sonora, o aumento da segurança para pedestres e ciclistas e o incentivo ao uso de transporte público coletivo (Carvalho Neto et al., 2025).

Os resultados da revisão sistemática de literatura comprovam a relevância das ZBEs para a promoção de políticas públicas voltadas à sustentabilidade das cidades, com potencial significativo de contribuir com a melhoria da qualidade do ar, com a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e o estímulo a padrões de mobilidade urbana menos dependentes de veículos poluentes. No Brasil, considerando o baixo grau de maturidade da agenda, sugerimos que as pesquisas acadêmicas priorizem o fornecimento de subsídios às etapas iniciais de formulação e tomada de decisão por parte dos gestores públicos engajados em iniciativas dessa natureza.

Quanto às limitações, cumpre salientar que a pesquisa é exploratória, exigindo, portanto, novos estudos para avançar e consolidar as discussões que relacionam políticas públicas e ZBEs. Complementarmente, é necessário considerar que os critérios de inclusão e exclusão podem impactar nos artigos identificados, de forma que o presente estudo não teve a intenção de abranger todo o conhecimento disponível, mas de reunir a partir de um modelo metodológico estabelecido, todos os artigos com escopo nos critérios previstos. Ademais, destacamos que a abordagem do ciclo de políticas públicas possui um caráter didático que organiza o debate, entretanto, é fundamental salientar que a realidade opera sem que existam delimitações claras entre as etapas do ciclo, sendo que esse fator deve ser considerado quando da aplicação das análises nessa categoria proposta.

Diante do exposto, a presente pesquisa cumpre com os objetivos originalmente propostos, trazendo contribuições teóricas, para o avanço da discussão da agenda no meio acadêmico, e práticas, para que governos locais possam aprimorar o planejamento e a gestão de Zonas de Baixa Emissão no Brasil.

## Referências

- Alvarez-Gallo, S. M., Echavarria-Cuervo, J. H., & Maheut, J. (2024). Analysis and strategies for urban freight logistics in a low emission zone. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 17(2), 403-423. <https://doi.org/10.3926/jiem.6902>
- Aydin, E., & Kürschner Rauck, K. (2023). Low-emission zones, modes of transport and house prices: Evidence from Berlin's commuter belt. *Transportation*, 50, 1847–1895. <https://doi.org/10.1007/s11116-022-10295-8>
- Balaguer, J., Pernías, J. C., & Ripollés, J. (2023). Is vehicle scrapping affected by low-emission zones? The case of Madrid. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 172, 103668. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2023.103668>
- Banister, D. (2005). *Unsustainable Transport: City Transport in the New Century*. Routledge.
- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73-80. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>
- Belo Horizonte. (2024). Superintendência de Mobilidade Urbana. *Plano local de mobilidade limpa do centro metropolitano de Belo Horizonte*. Prefeitura de Belo Horizonte. <https://prefeitura.pbh.gov.br/mobilidade/plano-de-mobilidade-limpa>
- Barreto, G. D., & Consoni, F. L. (2018). Subsídios para criação de zonas de baixa emissão em Campinas. *Revista de Trabalhos de Iniciação Científica da UNICAMP*, (26). <https://doi.org/10.20396/revpibic262018549>
- Bernardo, V., Fageda, X., & Flores-Fillol, R. (2021). Pollution and congestion in urban areas: The effects of low emission zones. *Economics of Transportation*, 26–27, 104221. <https://doi.org/10.1016/j.ecotra.2021.100221>
- Beshir, H. A., & Fichera, E. (2025). “And breathe normally”: Impacts of low emission zones on sick leave and mental well-being. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 234, 106994. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2025.106994>
- Blandin, L., Bouscasse, H., & Mathy, S. (2025). Assessing the ex-ante impacts of a low-emission zone on transport poverty and vulnerability with the VulMob indicator. *Case Studies on Transport Policy*, 19, 101308. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2024.101308>

- Borowska-Stefańska, M., Dulebenets, M. A., Sahebgharani, A., Wiśniewski, S., & Koziel, M. (2024). Evaluating low-emission-zone impacts on urban road transport system in large city. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 137, 104503. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2024.104503>
- Broster, S., & Terzano, K. (2025). A systematic review of the pollution and health impacts of low emission zones. *Case Studies on Transport Policy*, 19, 101340. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2024.101340>
- Carvalho Neto, D. D., Wagner, G. M., Ricci, L. M., Martins, J. G., Silva, C. M., Marujo, L. G., & D'Agosto, M. A. (2025). Estratégias para implementar zonas de baixa e emissão zero: Uma revisão de boas práticas e diretrizes. In *Anais do Encontro Universidade Veiga de Almeida*. Universidade Veiga de Almeida.
- De Borger, B., & Proost, S. (2013). Traffic externalities in cities: The economics of speed bumps, low emission zones and city bypasses. *Journal of Urban Economics*, 76, 53–70. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2013.02.004>
- Dantas, M. K., Ometto, A. R., Paschoalotto, M. A. C., & Passador, C. S. (2019). Tendências contemporâneas das políticas públicas: Interações teóricas com o campo da economia circular para o desenvolvimento sustentável. In *Anais do VIII Encontro de Administração Pública da ANPAD - EnAPG*. ANPAD.
- Ellison, R. B., Greaves, S. P., & Hensher, D. A. (2013). Five years of London's low emission zone: Effects on vehicle fleet composition and air quality. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 23, 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.03.010>
- Gastaldi, M., Ceccato, R., & Rossi, R. (2024). Analysis of factors driving the acceptability of a low emission zone. *The Open Transportation Journal*, 18, Artigo e26671212360734. <https://doi.org/10.2174/0126671212360734241125185824>
- Gómez-Losada, Á., & Pires, J. C. M. (2024). Air quality assessment during the low emission zone implementation in Madrid (Spain). *Urban Climate*, 55, 101995. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2024.101995>
- Gonzalez, J. N., Gomez, J., & Vassallo, J. M. (2023). Are low emission zones and on-street parking management effective in reducing parking demand for most polluting vehicles and promoting greener ones? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 176, 103813. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2023.103813>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Climate change 2023: Synthesis report. Summary for policymakers*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- Jabbour, C. J. C. (2013). Environmental training in organizations: From a literature review to a framework for future research. *Resources, Conservation and Recycling*, 74, 144–155. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.12.017>
- Kniess, C. T., Aguiar, A. D. O. E., Conti, D. D. M., & Philippi Jr, A. (2019). Inovação urbana e recursos humanos para gestão de cidades sustentáveis. *Estudos Avançados*, 33(97), 119–136. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2019.3397.007>
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for performing systematic reviews* (Joint Technical Report Vol. 33). Keele University.
- Knamiller, C., Rashid, R., Bryant, M., Bailey, E., & McEachan, R. R. C. (2024). Who shouts the loudest? A qualitative study exploring barriers and enablers to implementing a low emission zone in a Northern UK city. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 25, Article 101112. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101112>
- Liotta, C. (2025). What drives inequalities in Low Emission Zones' impacts on job accessibility? *Transport Policy*, 160, 29–41. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2024.10.029>
- Lurkin, V., Hambuckers, J., & Van Woensel, T. (2021). Urban low emissions zones: A behavioral operations management perspective. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 144, 222–240. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.11.015>

- Malina, C., & Scheffler, F. (2015). The impact of Low Emission Zones on particulate matter concentration and public health. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 372–385. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.04.029>
- McNeil, A., & Mitsch, F. (2025). The political effects of London's Ultra Low Emission Zone. *The British Journal of Politics and International Relations*, 27(1), 1–15. <https://doi.org/10.1177/13691481251321656>
- Mebrahtu, T. F., McEachan, R. R. C., Yang, T. C., Crossley, K., Rashid, R., Hossain, R., Vaja, I., & Bryant, M. (2023). Differences in public's perception of air quality and acceptability of a clean air zone: A mixed-methods cross sectional study. *Journal of Transport & Health*, 31, Article 101654. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2023.101654>
- Moral-Carcedo, J. (2024). Dissuasive effect of low emission zones on traffic: The case of Madrid Central. *Transportation*, 51, 25–49. <https://doi.org/10.1007/s11116-022-10318-4>
- Morton, C., Mattioli, G., & Anable, J. (2021). Public acceptability towards Low Emission Zones: The role of attitudes, norms, emotions, and trust. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 150, 256–270. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.06.007>
- Navarro, A. C. L. (2018). *Desafios do transporte urbano para as grandes cidades: O caso das zonas de baixa emissão* [Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas]. Repositório Institucional UNICAMP.
- Navarro, A. C., & Consoni, F. (2019). As zonas de baixa emissão nas cidades. *Revista Políticas Públicas & Cidades*, 8(4), 51–63. <https://doi.org/10.23900/2359-1552v8n4-5-1-2019>
- Oltra, C., Sala, R., López-Asensio, S., Germán, S., & Boso, À. (2021). Individual-level determinants of the public acceptance of policy measures to improve urban air quality: The case of the Barcelona low emission zone. *Sustainability*, 13(3), 1168. <https://doi.org/10.3390/su13031168>
- Organização das Nações Unidas. (2015). *Transformando nosso mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Centro de Informação Regional das Nações Unidas. <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>
- Organização das Nações Unidas. United Nations Human Settlements Programme. (2022). *World cities report 2022: Envisaging the future of cities*. United Nations Publications. <https://unhabitat.org/wcr/>
- Park, D., & Tarui, N. (2024). The effect of diesel vehicle regulation on air quality in Seoul: Evidence from Seoul's Low Emission Zone. *Sustainability*, 16(21), 9573. <https://doi.org/10.3390/su16219573>
- Peters, J. F., Burguillo, M., & Arranz, J. M. (2021). Low emission zones: Effects on alternative-fuel vehicle uptake and fleet CO<sub>2</sub> emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 95, 102882. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102882>
- Poulhès, A., & Proulhac, L. (2021). The Paris Region low emission zone, a benefit shared with residents outside the zone. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 98, 102977. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102977>
- Poulhès, A., Proulhac, L., & Malriat, J. (2025). Low emission zone and inequalities: Car restriction and reduction of air pollution exposure in the Paris region. *Sustainable Cities and Society*, 128, 106469. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2025.106469>
- Rio de Janeiro. (2021). *Plano estratégico 2021-2024*. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. <https://plano-estrategico-2021-a-2024-pcrj.hub.arcgis.com/>
- Rio de Janeiro. (2022). *Decreto n.º 51.047, de 28 de junho de 2022. Dispõe sobre a regulamentação do Distrito de Baixa Emissão do Centro*. Diário Oficial do Município do Rio de Janeiro. [https://doweb.rio.rj.gov.br/apifront/portal/edicoes/imprimir\\_materia/851028/5384](https://doweb.rio.rj.gov.br/apifront/portal/edicoes/imprimir_materia/851028/5384)
- Rizki, M., Irawan, M. Z., Dirgahayani, P., Belgiawan, P. F., & Wihanesta, R. (2022). Low Emission Zone (LEZ) expansion in Jakarta: Acceptability and restriction preference. *Sustainability*, 14(19), 12334. <https://doi.org/10.3390/su141912334>

- Secchi, L. (2013). *Políticas públicas: Conceitos, esquemas de análise, casos práticos* (2. ed.). Cengage Learning.
- Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. (2025). *SEEG Brasil*. <https://seeg.eco.br/>
- Seter, H., Arnesen, P., & Moscoso, C. (2023). How do drivers' attitudes to low emission zones change after experiencing it? – A pilot study in Norway. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 22, Article 100934. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100934>
- Silvaggio, R., Curcuruto, S., Mazzocchi, E., Borch, F., Bartalucci, C., Governi, L., Carfagni, M., Bellomini, R., Luzzi, S., Colucci, G., Cattani, G., Gaeta, A., Leone, G., Di Menno Di Bucchianico, A., Cusano, M., Algieri, A., Colombi, C., Cuccia, E., & Dal Santo, U. (2020). LIFE Monza: Comparison between ante and post-operam noise and air quality monitoring activities in a Noise Low Emission Zone. *Noise Mapping*, 7(1), 171–191. <https://doi.org/10.1515/noise-2020-0015>
- Szegedi, L. (2023). EU cities fighting for cleaner air with low-emission zones within the EU's single market: Future green actors or 'victims' of procedural constraints? *ELTE Law Journal*, 2023(1), 41–54. <https://doi.org/10.54148/ELTELJ.2023.1.41>
- Shankardass, K., Solar, O., Murphy, K., Greaves, L., & O'Campo, P. (2012). A scoping review of intersectoral action for health equity involving governments. *International Journal of Public Health*, 57(1), 25–33. <https://doi.org/10.1007/s00038-011-0302-4>
- Tarriño-Ortiz, J., Gómez, J., Soria-Lara, J. A., & Vassallo, J. M. (2022). Analyzing the impact of Low Emission Zones on modal shift. *Sustainable Cities and Society*, 77, Article 103562. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103562>
- Tarriño-Ortiz, J., Soria-Lara, J. A., Gómez, J., & Vassallo, J. M. (2021). Public acceptability of low emission zones: The case of "Madrid Central". *Sustainability*, 13(6), 3251. <https://doi.org/10.3390/su13063251>
- Tassinari, F. (2024). Low emission zones and traffic congestion: Evidence from Madrid Central. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 185, Article 104099. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2024.104099>
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14(3), 207–222. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>
- Valdés, M. T., Espadafor, M. C., & Conte Keivabu, R. (2025). Can a low emission zone improve academic performance? Evidence from a natural experiment in the city of Madrid. *Population and Environment*, 47, Article 8. <https://doi.org/10.1007/s11111-025-00477-8>
- Vandenhoe, K. (2025). From environmental policy consensus to socio-environmental policy controversy: Discursive network dynamics of the Ghentian Low Emission Zone. *Environmental Science and Policy*, 164, Article 104013. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2025.104013>
- Verbeek, T., & Hincks, S. (2022). The 'just' management of urban air pollution? A geospatial analysis of low emission zones in Brussels and London. *Applied Geography*, 140, Article 102642. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2022.102642>
- Wang, Y., & Zhong, C. (2025). Spatial heterogeneity in human mobility responses to London's ultra-low emission zone expansion. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 145, Article 104810. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2025.104810>