

DO PETRO AO ELETRO

PEDRO BASTOS

**políticas para ônibus
elétricos na corrida
pela descarbonização
do transporte público
na América Latina**



O conceito de descarbonização permeia hoje, de forma incontornável, o debate global sobre o enfrentamento das mudanças climáticas. Nas cidades – onde grande parte das emissões de gases de efeito estufa também se traduz em poluição local – os ônibus elétricos despontam como uma das alternativas mais ambiciosas para eliminar as emissões geradas pelos veículos a combustão. No entanto, a transição tecnológica rumo à eletromobilidade enfrenta uma série de desafios – econômicos, institucionais e operacionais – que evidenciam o embate entre estruturas consolidadas e nichos emergentes que ainda buscam competitividade para transformar o regime vigente baseado no motor de combustão interna e no uso de combustíveis fósseis. É nesse cenário que *Do Petro ao Eletro...* examina como políticas públicas vêm sendo formuladas e implementadas na região, destacando o papel das missões internacionais de cooperação como animadoras de uma agenda que se materializa de forma distintiva em cada contexto. Com foco nas experiências de Bogotá e São Paulo, o livro analisa as tensões, aprendizados, estratégias e contradições que moldam a transição para frotas de transporte público “sem emissões”. Integrante da Coleção Teses e Dissertações do INCT Observatório das Metrópoles, esta obra contribui para iluminar um horizonte que se desenha para o futuro do planejamento urbano, no contexto de uma transição energética e sociotécnica que exige a reconstrução das bases sobre as quais historicamente se organizaram as cidades.



PEDRO BASTOS é doutor em planejamento urbano e regional, com trajetória dedicada à pesquisa e ao apoio à implementação de políticas públicas de mobilidade urbana sustentável. Desde 2014, atua de forma versátil na interface entre a academia, organizações da sociedade civil e governos locais, desenvolvendo pesquisa, consultoria técnica e gestão de projetos em cidades brasileiras e latino-americanas.

Pedro Bastos

DO PETRO AO ELETRO:
políticas para ônibus elétricos na corrida
pela descarbonização do transporte público
na América Latina

LETR^CAPITAL



Copyright © Pedro Bastos, 2025

*Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei nº 9.610, de 19/02/1998.
Nenhuma parte deste livro pode ser reproduzida ou transmitida, sejam quais forem os meios empregados, sem a autorização prévia e expressa do autor.*

EDITOR João Baptista Pinto

REVISÃO Do autor

CAPA Thais Velasco e Renato Mãozão

PROJETO GRÁFICO Luiz Guimarães

CIP-BRASIL CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ

B33p

Bastos, Pedro

Do petro ao eletro [recurso eletrônico] : políticas para ônibus elétricos na corrida pela descarbonização do transporte público na América Latina / Pedro Bastos. - 1. ed. - Rio de Janeiro [RJ] : Letra Capital, 2025.

Recurso digital ; 9 MB

Formato: epdf

Requisitos do sistema: adobe acrobat reader

Modo de acesso: world wide web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5252-261-0 (recurso eletrônico)

1. Tecnologia - Aspectos sociais - América Latina. 2. Mobilidade urbana AméricaLatina. 3. Planejamento urbano. 4. Transporte urbano. 5. Política de transporte urbano. 6. Livros eletrônicos. I. Título.

25-102056.0

CDD: 388.4

CDU: 656.1:711

Gabriela Faray Ferreira Lopes - Bibliotecária - CRB-7/6643

LETRA CAPITAL EDITORA

Tels.: (21) 3553-2236 / 2215-3781 / 99380-1465

www.letracapital.com.br

Sumário

Apresentação.....	7
Introdução	11
Aportes teóricos	20
Aportes metodológicos	27
Capítulo 1 - Ônibus elétricos na corrida pela descarbonização	29
1.1 O debate sobre a descarbonização.....	34
1.2 Desafios e oportunidades.....	42
1.3 Potenciais benefícios para o planejamento urbano	50
Capítulo 2 - O papel das missões de cooperação internacional.....	58
2.1 Como as missões são financiadas?.....	63
2.2 Como as missões são operacionalizadas?	67
2.3 Estudo de casos: Aliança ZEBRA e TUMI E-bus Mission	74
2.4 O que se pode refletir sobre as missões?	85
Capítulo 3 - Eletromobilidade na Colômbia e o caso de Bogotá	93
3.1 O Plano de Avanço Tecnológico de Bogotá.....	97
3.2 La Roluta: o exemplo de transição justa para ônibus elétricos	106
3.3 Conflitos e lições aprendidas	112
Capítulo 4 - Eletromobilidade no Brasil e o caso de São Paulo	116
4.1 Contexto da transição em São Paulo	120

4.2 O modelo paulistano de subvenção parcial.....	124
4.3 Desafios e conflitos	129
Capítulo 5 - Palavras finais	135
5.1 Missões que se tropicalizam, cidades que se internacionalizam	135
5.2. Uma agenda de pesquisa para o Brasil	139
Referências	144

Apresentação

Este livro nasceu de uma travessia que durou pelo menos quatro anos (entre 2021 e 2025), conduzida no Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) Observatório das Metrópoles, do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional (IPPUR), na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foi durante esse tempo que uma pergunta insistente começou a ganhar forma: como se constrói uma política pública quando o objeto em questão – neste caso, o ônibus elétrico a bateria – ainda era, ele próprio, um campo de negociações constantes?

A escolha deste tema não foi arbitrária e implicou o desafio de transpor um objeto técnico para o campo das Ciências Sociais Aplicadas. Ela dialoga com minha trajetória profissional como pesquisador, consultor e gerente de projetos em organismos internacionais voltados à mobilidade sustentável. Ainda assim, o que se propõe aqui não é um manifesto tecnológico, tampouco uma defesa entusiasmada da eletrificação como panaceia climática. Trata-se, antes, de um exercício de observação crítica sobre o modo como tecnologias emergentes são incorporadas às nossas formas de pensar e organizar o urbano. O ônibus elétrico – suprimindo aqui o “a bateria” para dar mais leveza e fluidez à leitura – surge, portanto, não como o emblema de um futuro incontestável, mas como uma lente empírica para examinar as alternativas possíveis ao regime da combustão: esse velho paradigma que, há mais de um século, faz mover cidades e crises combinadas a progresso na mesma medida.

Escrever sobre o tema significou, também, lidar com a ambiguidade de quem observa o campo de dentro. A posição de observador participante – expressão que parece confortável na teoria – revelou-se, na prática, um terreno movediço. Estar envolvido profissionalmente com os mesmos atores e agendas que compõem o objeto de pesquisa exigiu, mais de uma vez, o esforço de traçar fronteiras sutis entre o engajamento e a análise.

Às vezes, era difícil saber onde terminava o pesquisador e começava o coordenador de projetos; em outras, era o contrário: o distanciamento acadêmico parecia uma forma de autoproteção diante do pragmatismo cotidiano das políticas públicas. Essa tensão, longe de ser um obstáculo, acabou se tornando parte do conjunto de métodos acionados – uma forma de reconhecer que pesquisar também é se deixar afetar pelo que se estuda.

Abordar a América Latina como recorte analítico foi outro desses desafios. Mais do que uma escolha geográfica, tratou-se de uma decisão de referência, uma forma de situar o Brasil dentro de uma constelação de experiências que, embora distintas, compartilham dilemas estruturais e aspirações comuns. Falar da América Latina foi, em certo sentido, um modo de olhar para o Brasil de fora – de compreender suas hesitações, suas rotas possíveis e suas singularidades diante de vizinhos que, em muitos casos, avançaram por caminhos próprios na descarbonização do transporte público. Escrever a partir dessa perspectiva exigiu equilibrar o desejo de contribuir para um debate nacional – favorecido pela familiaridade e pelo acesso mais direto às informações – com a necessidade de compreender os processos em seu contexto regional, onde o Sul global ainda busca traduzir agendas globais em trajetórias viáveis e justas.

O percurso que segue, portanto, é menos o de acompanhar a jornada de uma tecnologia que promete transformar a cidade, mas que, ao mesmo tempo, é moldada por ela. Falar de ônibus elétricos é, aqui, uma maneira de falar do *urbano* (na tradição dos estudos de teoria urbana crítica do próprio IPPUR da UFRJ) como expressão de uma economia política – aquela que determina como nos movemos, o que produzimos, quem manda e quem fica à margem. No fundo, trata-se de compreender como as cidades continuam a fazer a roda girar, mesmo quando dizem estar reinventando o motor.

Foram muitas as pessoas e as instituições que permitiram a realização deste trabalho. Em primeiro lugar, expresso minha gratidão à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro concedido

nos anos iniciais desta pesquisa. Agradeço ao professor Luiz Cesar de Queiroz Ribeiro pela orientação acadêmica que tem sido fundamental desde 2014, quando iniciei minha trajetória como pesquisador em Planejamento Urbano e Regional, no âmbito do INCT Observatório das Metrópoles. Sua orientação teórica foi essencial para a delimitação e aprofundamento do objeto. Admiro profundamente sua vasta experiência intelectual e valorizo imensamente nossa longa parceria em orientações acadêmicas, organização de livros e outras atividades de pesquisa.

Um agradecimento mais que especial ao professor Victor Andrade, do Laboratório de Mobilidade Sustentável (LABMOB) do Programa de Pós-Graduação em Urbanismo da UFRJ – atualmente vinculado à Universidade Técnica da Dinamarca (*Danmarks Tekniske Universitet – DTU*). Nossa parceria foi crucial na exploração de novos territórios acadêmicos no campo da mobilidade urbana, passando por temas como caminhabilidade e políticas ciclovárias, até chegarmos aos ônibus elétricos – foco central deste livro.

Agradeço ainda pela oportunidade de realizar intercâmbio de curto prazo na DTU, em 2023, onde obtive valiosos aprendizados e avancei significativamente no delineamento das missões de cooperação internacional abordadas neste trabalho. Esses resultados também são fruto da colaboração com a estimada professora Flávia Consoni, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), a quem igualmente sou grato pelos relevantes achados compartilhados ao longo desta investigação.

A participação de ambos na banca de arguição reforça o papel fundamental que tiveram neste percurso – não apenas como avaliadores, mas como interlocutores intelectuais generosos, que ajudaram a dar direção e profundidade a esta pesquisa.

Estendo meus agradecimentos aos colegas Eduardo Siqueira e Mariana Batista, da C40 Cities, que, nesta versão final do livro, me ajudaram a lapidar – com leitura atenta e generosa – as informações sobre o papel das missões de cooperação internacional como redes de política para ônibus elétricos. Escrever sobre essas missões foi um desafio em si: trata-se de um campo

marcado por informações voláteis, nem sempre públicas, e que exige apuração constante para distinguir o que é dado técnico do que é interpretação política. Eduardo e Mariana ajudaram a tornar esse processo o mais redondo possível, com contribuições valiosas para preservar o rigor sem perder a sensibilidade das narrativas envolvidas. Mais do que colegas, são amigos conquistados ao longo da jornada, com quem compartilhei o privilégio de participar dessas missões e de “espalhar a palavra” junto a cidades, parceiros e tantos outros atores que fizeram da transição para um transporte mais limpo e justo o seu nicho profissional.

Por fim, e não menos importante, agradeço aos outros professores que integraram a banca de arguição deste trabalho entre 2024 e 2025: Marcelo Gomes Ribeiro (IPPUR/UFRJ), Filipe Marino (UERJ), Camila Gramkow (CEPAL) e Roberto Andrés (UFMG), cujas contribuições foram decisivas para o aprimoramento do método, das ideias e das conclusões aqui geradas.

Pedro Bastos
Rio de Janeiro, outubro de 2025

Introdução

Em 2011, veículos elétricos a bateria foram motivo de piada em uma conferência realizada na Bélgica que reuniu representantes da indústria de transporte. Na opinião de quem estava presente, pareciam uma fantasia técnica e econômica: veículos lentos, caros, sem autonomia e fadados a ocupar o rodapé das inovações inviáveis. “*Todo mundo ria da BYD, dizendo que eles estavam fabricando um brinquedo*”, relembrou um executivo da divisão internacional da empresa, que hoje é uma das maiores fabricantes chinesas de veículos elétricos do mundo, em entrevista à *Bloomberg*, em abril de 2018. “*E olhem agora. Todo mundo tem um*”¹. Quando milhares desses “elefantes elétricos” começaram a circular pelas ruas de Shenzhen, Pequim e outras cidades chinesas entre 2016 e 2017, até a indústria do petróleo percebeu que havia uma nova ameaça sobre quatro rodas. Aquilo que parecia uma piada tecnológica multiplicou-se por centenas de milhares e rapidamente se converteu em política industrial, disruptão tecnológica e até em questão geopolítica – impactando cadeias produtivas, redes globais de extração de matérias-primas e, sobretudo, as próprias regras de circulação urbana.

Diante das exigências contemporâneas de contenção do aquecimento global, um detalhe nada trivial: no transporte público coletivo, cada ônibus elétrico é capaz de economizar cerca de 500 barris de petróleo por ano². Essa economia decorre do fato de que esses veículos são alimentados por eletricidade, o que dispensa o processo de combustão no ponto de uso e, consequentemente, evita a emissão de partículas e gases típicos da queima de petróleo. Estes, quando liberados pelo sistema de exaustão, são prejudiciais tanto à atmosfera quanto à saúde humana. Além de serem os principais responsáveis pela formação

¹ Hodges, J., “*Electric Buses Are Hurting the Oil Industry*”. Bloomberg, 23 de abril de 2018. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-04-23/electric-buses-are-hurting-the-oil-industry>. Acesso em mai. 2023.

² Idem.

das ilhas de calor urbanas – um fenômeno que intensifica a sensação térmica e faz com que as cidades pareçam cada vez mais quentes. No Brasil, o número de ondas de calor aumentou oito vezes em 60 anos: de uma média de 7 dias por ano (entre 1961 e 1990) para 52 dias por ano (entre 2011 e 2020). Estima-se que, entre 2000 e 2018, mais de 55 mil mortes em excesso nas áreas urbanas do país possam estar associadas a esse fenômeno³.

Por essa razão, os ônibus elétricos têm se tornado um ponto de convergência para redes de atores que defendem políticas públicas voltadas à qualidade do ar – centralizando nessa tecnologia, pela sua viabilidade de mercado, a rota de um futuro possível e desejável para o transporte urbano, especialmente o público coletivo por ônibus.

Nos últimos anos, a China transformou os veículos elétricos em um de seus pilares industriais estratégicos. Ao articular um projeto de Estado com a captura de novas oportunidades econômicas em um mundo em transição, o país consolidou a América Latina como um de seus principais destinos comerciais – não apenas para automóveis elétricos, mas também para o transporte coletivo público: cerca de 80% da frota latino-americana de ônibus elétricos tem origem chinesa, segundo dados da plataforma E-Bus Radar⁴ para outubro de 2025.

Essa consolidação teve 2018 como marco inaugural: naquele ano, entraram em operação as primeiras 121 unidades de ônibus elétricos a bateria na região, somando-se aos trólebus já existentes desde o século anterior, concentrados em cidades como São Paulo e Cidade do México. Era um número pequeno, mas suficiente para sinalizar uma inflexão em direção à substituição do paradigma da combustão interna, que marcou o transporte sobre pneus como elo indissociável da urbanização no século XX.

Desde então, o movimento global de eletrificação do trans-

³ Brasil, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. “Ondas de calor: os impactos da ‘emergência silenciosa’”, 7 mar. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2025/03/ondas-de-calor-os-impactos-da-2018emergencia-silenciosa2019>. Acesso em mai. 2025.

⁴ Dados sobre ônibus elétricos mencionados nesta introdução estão presentes na excelente plataforma E-Bus Radar.org, que monitora a expansão desses veículos na América Latina em tempo real, de forma transparente e interativa.

porte público se acelerou. A frota mundial de ônibus elétricos cresceu de aproximadamente 440 mil em 2020 para cerca de 780 mil em 2024, com os veículos movidos a bateria respondendo por 94% do total (International Energy Agency, 2024; Jaeger, 2025). Na América Latina, o crescimento foi ainda mais expressivo em termos proporcionais: entre 2018 e 2025, a frota de ônibus elétricos a bateria alcançou 5.889 unidades – ou 7.040, se somados os trólebus –, o equivalente a cerca de 1% da frota mundial.

Apesar dos números absolutos ainda modestos, a eletromobilidade tem deixado de ser uma solução experimental, de “nicho”, restrita a poucos corredores e cidades pioneiras, para integrar de forma crescente as agendas nacionais e locais de mobilidade urbana na América Latina. As projeções indicam que, até 2030, a frota de ônibus elétricos na região deve superar 25 mil unidades, representando entre 25% e 30% do total de ônibus urbanos nas principais cidades latino-americanas⁵. Trata-se de um salto que, embora tímido para reverter no curto prazo a predominância dos combustíveis fósseis, expressa uma reconfiguração estrutural em curso, ao mesmo tempo em que abre horizontes para a construção de cidades mais resilientes – capazes de enfrentar os efeitos adversos das mudanças climáticas, preservar ecossistemas e melhorar a qualidade de vida nas áreas urbanas.

Diante desse cenário de transformações, esta obra se debruça sobre como os ônibus elétricos a bateria vêm emergindo no cotidiano das cidades latino-americanas – não apenas como uma inovação tecnológica, mas como um novo arranjo político e institucional em construção para os serviços de transporte público coletivo. A questão central não é apenas o que está mudando, mas como a mudança acontece: como as decisões são tomadas, as parcerias são costuradas e os conflitos se desenham em torno de uma promessa de futuro mais limpo e eficiente. A difusão desses veículos indica o surgimento de um novo horizonte sociotécnico – um campo em que transformações tecnológicas, institucionais e culturais se entrelaçam, reorganizando tanto as

⁵ Sustainable Bus, “Electric buses in Latin America: 25,000 e-buses expected by 2030”, 16 nov. 2023. Disponível em: <https://www.sustainable-bus.com/news/electric-buses-latin-america-2030-25000-forecast/>. Acesso em: 19 jun. 2025.

regras e estruturas políticas das cidades quanto as formas de uso e ocupação do solo.

Como lente de análise, o arcabouço das políticas públicas é central para compreender como certos temas ascendem à agenda política até se converterem, como define a politóloga argentina Olga Niremberg (2013), em conjuntos de objetivos, decisões e ações que governos executam para lidar com problemas considerados prioritários em determinado momento histórico. Em outras palavras, políticas públicas são estratégias intencionais: articulam uma visão de longo prazo com ações imediatas, projetando o amanhã a partir das urgências do presente.

Uma das hipóteses que orientam esta análise parte justamente desse ponto. A transição para ônibus elétricos a bateria emerge como um nicho tecnológico que aspira a tornar-se dominante – ou, ao menos, competitivo dentro do regime atual. É o que a economista venezuelana Carlota Perez (2002; 2009) denomina fase de instalação de um novo *paradigma tecnoeconômico*: o momento em que uma inovação deixa de ser periférica e passa a desafiar o regime estabelecido, reconfigurando setores inteiros da economia por meio de novas práticas produtivas, padrões de consumo e formas de mercado. As políticas públicas associadas a esse processo, na arguição aqui proposta, não são apenas embrionárias: elas também expressam uma trajetória menos centralizada no Estado e mais coliderada por múltiplas instâncias, onde governos, empresas, organismos multilaterais, sociedade civil e redes transnacionais de cidades atuam lado a lado na tentativa de fazer a transição acontecer.

Nesta defesa, tais políticas trariam “traços” do que a também economista Mariana Mazzucato (2022) chama de política orientada por missão – uma forma de ação pública com maior tolerância ao risco, que valoriza a experimentação e aposta na inovação intersetorial. Trata-se de um modelo que não parte dos orçamentos existentes, mas da capacidade de mobilizar recursos para tornar orçamentos possíveis. E tornar orçamentos possíveis, no caso dos ônibus elétricos a bateria, significa enfrentar uma das pedras angulares das transições verdes: o alto custo inicial. São tecnologias que, embora ofereçam benefícios ambientais e ganhos econômicos no médio e longo prazo, ainda

competem em desvantagem frente às soluções convencionais. Inovações de nicho são, por natureza, frágeis. Para que amadureçam tecnologicamente e se tornem viáveis em escala industrial, precisam ser amparadas por políticas públicas de incentivo, especialmente quando demonstram retornos sociais e a capacidade de gerar *transbordamentos* – efeitos positivos que extrapolam o campo tecnológico e alcançam dimensões urbanas, ambientais e econômicas.

Neste estudo, o olhar se volta não para o lado da oferta, mas para o da demanda: o apetite por consumir essa inovação dentro dos serviços públicos de transporte público coletivo por ônibus. E é justamente aí que a transição encontra seus maiores entraves. Que soluções estão sendo adotadas? O transporte público coletivo na América Latina carrega um histórico de subfinanciamento crônico, frotas sujas e envelhecidas, queda de usuários desde a pandemia, competição crescente com o transporte individual e por aplicativos, além de amarras contratuais que tornam a entrada de novas tecnologias um desafio por si só. Em meio a tudo isso, pensar em ônibus elétricos é, antes de tudo, pensar em como reinventar o próprio sistema de transporte público coletivo – não apenas o veículo, mas o modelo de cidade que o sustenta: desde a reforma das garagens para instalar infraestrutura de recarga das baterias à adaptação da rede elétrica urbana, passando pela capacitação profissional de trabalhadores sobre como operar, manter e gerenciar uma tecnologia que exige novos protocolos, novas competências e uma nova lógica de funcionamento.

Esses desafios, no entanto, não se limitam ao campo técnico ou econômico. Eles são atravessados por um debate público mais amplo – a própria *arena política* onde se disputa o sentido da descarbonização e a sua transformação de *politics* (as controvérsias, interesses e disputas de poder) em *policy* (programas, metas e instrumentos concretos de ação governamental).

Afinal, o que significa descarbonizar o transporte urbano?

Seria substituir frotas inteiras por ônibus elétricos, promovendo uma ruptura tecnológica profunda? Ou apostar em soluções incrementais, como combustíveis de menor teor de carbono e motores mais eficientes, mantendo intocado o paradigma

da combustão? Talvez um meio-termo, que combine inovação tecnológica e continuidade institucional? E o que dizer, então, das medidas integradas que valorizam a mobilidade ativa, restringem o uso do automóvel particular e repensam a própria organização do espaço urbano?

Essa tensão expõe um dilema central: enquanto a descarbonização pode ser entendida como sinônimo de transição energética e transformação estrutural, também pode ser reduzida a um simples ajuste de rota dentro do mesmo modelo – ainda baseado na tecnologia a combustão e em padrões de mobilidade centrados no automóvel. Nesse embate, a descarbonização deixa de ser um destino consensual e se torna um campo de disputa simbólica e material, no qual o que está em jogo não é apenas a tecnologia em si, mas o tipo de futuro urbano que ela promete construir.

O Capítulo 1 apresenta esse contexto e prepara o leitor para encontrar, nos capítulos seguintes, uma história que não teve como propósito aprofundar-se na bibliografia técnica da engenharia de transportes ou em memorandos sobre eletromobilidade, mas, antes, narrar como se tem feito política pública para ônibus elétricos a bateria. Mais do que examinar projetos e especificações técnicas, interessou a esta investigação identificar quem produz esses materiais, a que redes pertencem e de que modo esses documentos e atores contribuíram para formar uma agenda de política pública voltada à eletromobilidade no transporte coletivo urbano. Trata-se de um processo inserido em uma verdadeira “corrida” contra o tempo, em que as metas climáticas já estão definidas e os governos – sobretudo os locais – se veem pressionados a propor soluções capazes de conter o aquecimento global e reduzir drasticamente as emissões.

No livro *If Mayors Ruled the World: Dysfunctional Nations, Rising Cities* (Se os prefeitos governassem o mundo: nações disfuncionais, cidades em ascensão), o teórico político estadunidense Benjamin Barber (2013) mostra como alguns problemas de interesse global são hoje abordados pelos governos locais e como as cidades têm se tornado laboratórios de governança inovadora, capazes de responder com mais pragmatismo, cooperação e criatividade a desafios que os Estados nacionais, frequente-

mente paralisados por disputas ideológicas, segundo ele, não conseguiriam resolver.

A obra dialoga, de certa forma, com essa perspectiva. Se, por um lado, a paisagem das políticas climáticas globais influencia a maneira como os países aderem aos acordos intergovernamentais e definem suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), por outro, o lócus efetivo da ação climática está nas cidades – espaços onde as emissões são geradas, onde as políticas encontram o território e onde a transição energética no transporte se materializa.

Nesse contexto, no Capítulo 2, mostro o papel das missões de cooperação internacional como catalisadoras de políticas públicas para ônibus elétricos, abrindo janelas de oportunidade, transferindo conhecimento e criando pontes institucionais entre o global e o local. Esses arranjos mobilizam fluxos de financiamento e de incidência política entre o Norte e o Sul globais, contribuindo para a criação de estratégias nacionais e, por meio da paradiplomacia (isto é, a atuação internacional de governos subnacionais, como estados e municípios, em temas de interesse comum), atuando também diretamente com governos locais – especialmente prefeituras, que são, via de regra, a instância política responsável pela gestão do transporte público coletivo urbano. Assim, a cooperação internacional opera como uma espécie de “ponte de transição”, conectando metas climáticas globais às realidades administrativas e financeiras das cidades, onde a descarbonização se torna, de fato, prática cotidiana e política concreta.

A experiência de implementação dessas agendas é explorada neste livro por meio de dois estudos de caso: Bogotá e São Paulo. Parte-se da hipótese de que os processos de eletrificação do transporte público por ônibus na América Latina tendem a seguir dois padrões distintos. O primeiro é aquele amparado por estratégias e incentivos de governos nacionais, que oferecem diretrizes, coordenação e instrumentos financeiros para sustentar a transição – caso da Colômbia. O segundo é o modelo que parte diretamente das iniciativas municipais, em contextos onde não há uma política nacional estruturada, resultando em trajetórias mais fragmentadas, desiguais e depen-

dentes da capacidade institucional e fiscal das cidades – como ocorre no Brasil.

No Capítulo 3, explico que a Colômbia oferece um exemplo emblemático dessa convergência. Bogotá – sede do governo nacional e palco onde a transformação se materializa *on the ground* – consolidou-se como uma das principais referências latino-americanas na transição para frotas elétricas. Em 2025, conta com 1.486 ônibus elétricos a bateria, a segunda maior frota da América Latina depois do Chile. O movimento começou ainda no início da década, amparado por uma estratégia nacional de eletromobilidade publicada em 2019 que deu força política às mudanças feitas localmente, como parte de um reforço mútuo. Arranjos inovadores na cidade romperam com a lógica tradicional de governança do transporte público, historicamente centrada em um único ator integral (arranjo esse, aliás, muito comum na América Latina), responsável por operar, financiar e prover o serviço. Em seu lugar, a cidade instituiu uma segmentação de papéis entre operadores, provedores de frota e gestores de infraestrutura, criando mecanismos de compartilhamento de riscos e abrindo o setor a novos investidores – um movimento de inflexão em sistemas marcados pela rigidez contratual e pela baixa tolerância ao risco.

Mais do que uma inovação técnica, trata-se de uma reconfiguração política: Bogotá também combinou a implementação de ônibus elétricos com políticas transversais de inclusão e gênero, como no caso de *La Rolita*, empresa pública de transporte com gestão paritária e foco na empregabilidade feminina. Essa abordagem evidencia uma posição ativa do governo local, que não apenas adota uma tecnologia, mas constrói as condições sociais e institucionais para que ela se torne viável. Em outras palavras, Bogotá não apenas aderiu à eletromobilidade, mas também criou o terreno político e simbólico sobre o qual novas parcerias e horizontes de cidade mais justa puderam florescer.

Já no Capítulo 4, focado na experiência de São Paulo, mostro que as iniciativas brasileiras de eletrificação da frota de ônibus partem de um contexto institucional marcado pela ausência de uma estratégia nacional brasileira voltada à eletromobilidade. O resultado é um cenário fragmentado, composto por iniciativas municipais dispersas, em que cada cidade avança conforme

suas próprias capacidades institucionais, brechas contratuais e timings políticos. Nesse mosaico, São Paulo se destaca – não como vencedora de uma corrida, mas como caso paradigmático de como uma metrópole com peso econômico, arcabouço técnico consolidado e legislação ambiental pioneira tem buscado construir sua própria rota de descarbonização.

A cidade foi uma das primeiras do país a estabelecer metas legais de redução de emissões no transporte público, a partir da Lei nº 16.802/2018, que alterou a Política de Mudança do Clima no Município de São Paulo (Lei nº 14.933/2009). Essa emenda determinou prazos para a redução progressiva das emissões de dióxido de carbono e material particulado nas frotas de ônibus, inaugurando um marco regulatório de descarbonização local que combina obrigação legal e estímulo à inovação tecnológica.

Mais do que um compromisso normativo, o caso paulistano revela uma tentativa de governar a transição de baixo para cima, articulando regulação ambiental, desenho contratual e política de investimentos. O município adotou um modelo híbrido de subvenção parcial, no qual o poder público compartilha parte dos custos e riscos iniciais da eletrifcação, criando um ambiente econômico mais previsível para operadores e fabricantes. Trata-se de uma forma sutil, mas eficaz, de alavancar investimento privado por meio da sinalização política, reduzindo a incerteza e convertendo a legislação climática em instrumento de coordenação econômica.

Mais do que apresentar as soluções adotadas em Bogotá e São Paulo, os estudos de caso – ainda que marcados por contextos institucionais distintos – iluminam problemas estruturais semelhantes, que deslocam o foco do ônibus elétrico em si para o que o sustenta: sua infraestrutura. A prontidão dessa infraestrutura – rede elétrica, capacidade de carga, disponibilidade de solo urbano e planejamento de terminais – tornou-se o elo mais crítico da transição, revelando que a descarbonização do transporte público é, antes de tudo, uma questão de planejamento urbano e energético.

A implantação de frotas elétricas exige um tipo de coordenação que ultrapassa os limites tradicionais da política de transportes. Ela requer integração física e regulatória entre setores historicamente isolados – mobilidade, energia, uso do solo

e meio ambiente. Onde instalar os pontos de recarga? Como compatibilizar a demanda energética com a rede existente? Que instrumentos urbanísticos podem orientar o uso de áreas para infraestrutura elétrica? Essas perguntas, que parecem técnicas, são na verdade questões de projeto de cidade, pois envolvem escolhas sobre onde investir, que pessoas trazer para a tomada de decisão, quais territórios priorizar e que grupos sociais se beneficiam ou permanecem à margem da transição.

Em ambos os casos analisados, a infraestrutura aparece como o ponto de tensão entre ambição climática e capacidade urbana, evidenciando que a transição não se faz apenas com novas tecnologias, mas com novos arranjos espaciais, institucionais e políticos. Em última instância, o ônibus elétrico deixa de ser apenas um veículo e passa a ser um vetor de reorganização urbana – um artefato que obriga o planejamento a repensar o território como sistema energético, logístico e social ao mesmo tempo.

É essa história – de como uma tecnologia se transforma em política e como a política se transforma em cidade – que este livro pretende contar.

O Capítulo 5 reúne as conclusões e reflexões finais do trabalho, propondo uma leitura aberta das transições observadas ao longo da pesquisa. Longe de encerrar o debate, ele procura capturar o instante em que as missões internacionais se “tropicalizam” e as cidades latino-americanas se projetam como laboratórios da inovação, traduzindo agendas globais em políticas locais. Mais do que um fecho, o capítulo funciona como um campo de hipóteses. Nele, a análise se desloca do plano regional para o brasileiro, delineando três movimentos para uma futura agenda de pesquisa: a consolidação de um pacto metropolitano para o transporte coletivo, a oportunidade de reposicionar a indústria automotiva na transição verde e a urgência de um pacto nacional pela mobilidade elétrica.

Aportes teóricos

Como uma obra derivada de uma tese de doutorado, contar esta história não partiu de uma base opinativa, mas se apoiou em lentes teóricas que serviram como bússolas para compreen-

der como as políticas públicas ganham forma, se transformam e se sustentam ao longo do tempo. Uma dessas lentes é a literatura do ciclo de políticas públicas, que nos ajuda a perceber que uma política não nasce de um dia para o outro: ela atravessa um processo contínuo de formulação, negociação e institucionalização, para depois retornar ao debate, sendo revisada, ajustada e recriada conforme mudam as circunstâncias. Em outras palavras, o ciclo se retroalimenta, como um organismo vivo.

Essa visão foi construída a partir das contribuições de Klaus Frey (*Políticas públicas: um debate conceitual e reflexões inerentes à prática da análise de políticas públicas no Brasil*, IPEA, 2000), Álvaro Chrispino (*Introdução ao estudo das políticas públicas: uma visão interdisciplinar e contextualizada*, FGV, 2016) e Ana Cláudia Capella (*Formulação de políticas públicas*, ENAP, 2018), cujas contribuições demonstram que políticas não são produtos prontos, mas processos moldados por diferentes atores, interesses e arenas decisórias.

Além disso, mais como adereço do que como norma, recorro à noção de campo de forças do sociólogo francês Pierre Bourdieu⁶ – não de forma rígida, mas como uma referência que oferece analogias úteis para pensar a formação das políticas públicas. Sob essa perspectiva, toda política é também o resultado de como esse campo se acomoda e se reorganiza, isto é, de como diferentes posições, interesses e capitais entram em tensão e equilíbrio. Essa arena política é composta por múltiplos grupos – governos, empresas, movimentos sociais, organizações internacionais – que competem para definir o que é um problema público e quais soluções merecem prioridade em uma agenda.

O conceito de *agenda* é crucial para compreender como certos temas ascendem ao debate público e se tornam objeto de ação governamental. Formar uma agenda significa selecionar, entre inúmeros problemas existentes, aqueles que ganham legitimidade política e prioridade de resposta. É nesse campo que as ideias se confrontam, disputam legitimidade e, eventualmente, se transformam em decisões concretas a partir de uma agenda

⁶ O emprego da teoria do campo de Pierre Bourdieu não se baseia em uma obra específica do autor, mas em uma síntese de sua abordagem que pode ser encontrada em suas obras. Para fins desta pesquisa, utilizei *Razões Práticas: Sobre a Teoria da Ação* (1996).

que molda o rumo das políticas e, em última instância, o próprio modo como o Estado age sobre a realidade.

A Figura I busca resumir essa dinâmica. Ela mostra que a formação de políticas se baseia em três dimensões interligadas: a *policy*, que é o conteúdo prático – as ações e programas; a *politics*, que é o processo – o jogo político das negociações, acordos e conflitos; e a *polity*, que é o momento em que tudo isso se consolida – quando a política se institucionaliza e entra num ciclo de avaliação e aprimoramento.

Figura I: Ciclo de políticas públicas.



Fonte: elaborado pelo autor, a partir de Chrispino (2017); Frey (2000); e Capella (2018).

Dentro desse ciclo de políticas públicas, utilizei também a Perspectiva Multinível (*Multi-level perspective, MLP*), proposta pelo professor da Universidade de Manchester, Frank Geels (2002; 2012), para entender como as transições tecnológicas para maior sustentabilidade ambiental acontecem. Essa abordagem parte da ideia de que mudanças profundas – como a eletrificação do transporte público coletivo ou, mesmo, a superação do transporte a combustão em si – não nascem isoladas, mas em camadas diferentes de influência. No topo, há a *paisagem*, que representa as grandes forças externas – como as mudanças climáticas, os

acordos internacionais (como o Acordo de Paris) e as pressões sociais por sustentabilidade. No meio, está o *regime*, formado pelas estruturas e regras que organizam o sistema atual – as leis, os contratos, as instituições, os hábitos, os padrões técnicos hegemônicos. E, na base, estão os *nichos*, que funcionam como laboratórios de inovação, onde novas tecnologias são testadas antes de desafiar o regime dominante.

É da interação entre essas camadas que as mudanças efetivamente acontecem. As tensões geradas na paisagem pressionam o regime; os nichos, por sua vez, oferecem alternativas e experimentações capazes de aproveitar essas brechas. Quando as forças externas se intensificam e o regime mostra sinais de fragilidade, os nichos encontram oportunidade de ascensão, provocando rupturas ou reconfigurações sistêmicas. A Perspectiva Multinível, portanto, funciona como uma estrutura analítica, um modelo interpretativo que permite identificar em que nível certos atores se posicionam e de que forma interagem – quase como um espelho aproximado do campo, no sentido Bourdieusiano.

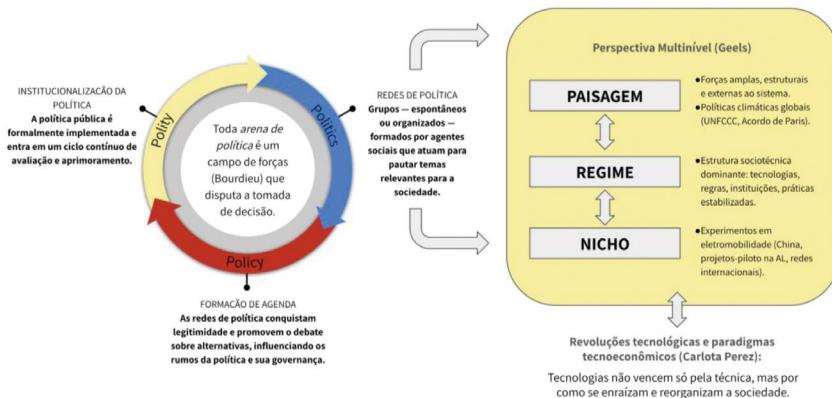
A articulação entre a MLP e o conceito de campo, portanto, permite ler as transições tecnológicas como disputas entre capitais desiguais, onde a emergência de novas tecnologias – como os ônibus elétricos – não depende apenas de inovação técnica, mas da conversão estratégica entre diferentes formas de poder. Nesse sentido, a eletromobilidade urbana pode ser vista como um espaço de recomposição do campo do transporte: um território onde capitais econômicos, políticos, simbólicos e ambientais se reconfiguram para definir o que conta como progresso, quem o financia e quem o representa.

O fio condutor desta pesquisa parte da articulação entre redes de política, expressas nas missões de cooperação internacional, e as forças de nicho e de paisagem que moldam a transição para sistemas de transporte mais limpos (Figura II). Essas redes atuam como intermediárias entre escalas, conectando pressões globais por descarbonização (a paisagem) às inovações locais que emergem nos nichos tecnológicos. Por meio de assistência técnica, financiamento e construção de legitimidade política, elas criam condições para que o ônibus elétrico deixe de ser uma experiência periférica e se torne uma alternativa plausível dentro do regime.

De modo simples, um horizonte sociotécnico seria o ponto em que tecnologia e sociedade se encontram para produzir uma nova forma de organização coletiva. Ele surge quando uma inovação deixa de ser apenas uma solução técnica e passa a reconfigurar instituições, comportamentos e espaços urbanos. No caso dos ônibus elétricos, não se trata apenas de trocar o motor a diesel por uma bateria: é repensar o modo como a cidade se move, consome energia e planeja seu futuro.

É aqui que ação a contribuição da economista venezuelana Carlota Perez (2009), que ajuda a entender, de maneira mais estrutural, por que certas tecnologias (e não outras) conseguem romper barreiras e se tornar o centro de um novo modelo de desenvolvimento. Para Perez, cada grande transformação econômica da história nasce de uma revolução tecnológica: um momento em que uma inovação não apenas aprimora o que já existe, mas reorganiza toda a estrutura produtiva e social ao seu redor. Essas revoluções inauguram períodos em que novas fontes de energia, matérias-primas e formas de organização moldam a economia e o modo de vida de uma época.

Figura II: Ciclo de políticas públicas aplicado à Perspectiva Multinível e às Revoluções Tecnológicas.



Fonte: elaborado pelo autor, a partir de Chrispino (2017); Frey (2000); Capella (2018); Geels (2002; 2012) e Perez (2009).

Desde a primeira fase da Revolução Industrial, em 1771, até a era da Informação e das Telecomunicações, iniciada nos anos 1970, a base energética global foi majoritariamente fóssil.

E essa dependência acompanhou o aquecimento progressivo do planeta, hoje cerca de 1,2 °C acima dos níveis pré-industriais (IPCC, 2022).

Nos transportes, essa matriz fóssil encontrou seu auge no quarto ciclo identificado por Perez: o do petróleo, do automóvel e da produção em massa, por volta de 1910. O motor a combustão interna tornou-se o coração desse paradigma tecnoeconômico – impulsionou as indústrias automotivas e petrolíferas, moldou o espaço urbano e definiu a própria ideia de progresso. Três pilares o sustentaram: o automóvel individual como símbolo de modernidade, o petróleo como matéria-prima essencial e a expansão horizontal das cidades como expressão espacial dessa lógica. As cidades do século XX cresceram, assim, em função do carro – estradas, garagens, túneis, viadutos, estacionamentos e postos de combustível tornaram-se parte do cotidiano. A mobilidade passou a significar consumo de energia, enquanto o transporte público foi, não raro, relegado a um papel secundário, socialmente falando, ainda que ambientalmente também contribuísse para a poluição urbana e para os efeitos das mudanças climáticas que hoje se intensificam.

É nesse contraste que se insere o ônibus elétrico. Mais do que uma inovação tecnológica, ele é tomado aqui como símbolo de um novo paradigma em gestação, ainda restrito a nichos, mas já desafiando a hegemonia do regime da combustão. Ao condensar em si promessas de ruptura com o domínio dos combustíveis fósseis e com o automóvel como modelo dominante da mobilidade urbana, o ônibus elétrico é analisado não como um manifesto, mas como uma escolha tecnológica empírica – um recorte que permite observar as alternativas possíveis à combustão e as negociações que as acompanham.

Sob essa ótica, ele funciona como um instrumento de leitura das transformações em curso nas relações entre energia, transporte e urbano. O ônibus elétrico projeta, assim, um horizonte de mobilidade mais limpa e coletiva, desde que essa transição não se limite à substituição tecnológica, mas envolva mudanças estruturais na forma de planejar o espaço urbano, gerir o transporte público e articular políticas intersetoriais capazes de sustentar essa transformação.

Por fim, diante dos desafios de fazer uma nova tecnologia se enraizar socialmente, uma das defesas teóricas mais relevantes escolhidas como ferramenta de análise é de que essas inovações – muitas vezes ainda incertas, mas com alto potencial transformador – precisam ser “missionadas”, isto é, orientadas por propósitos públicos capazes de enfrentar as forças do mercado e o peso do status quo. É o que propõe Mariana Mazzucato (2022) ao afirmar que grandes transformações tecnológicas de alto interesse social não surgem espontaneamente do setor privado, mas de missões públicas que assumem o risco de criar novos mercados e reconfigurar os existentes.

Para Mazzucato, *políticas orientadas por missão* não se limitam a corrigir falhas de mercado – elas definem um horizonte de futuro e mobilizam diversas partes interessadas em torno de objetivos compartilhados. Nessa perspectiva, o papel do Estado é o de empreendedor e catalisador, capaz de articular diferentes setores, direcionar investimentos e sustentar as fases iniciais de tecnologias ainda não consolidadas, mas promissoras. Trata-se, portanto, de um Estado que molda e direciona os mercados, em vez de apenas reagir a eles.

No campo da eletromobilidade, essa ideia se mostra particularmente potente. Como já introduzido – e como voltará a aparecer em diferentes momentos desta obra –, trata-se de um setor em que os custos iniciais são altos, as incertezas tecnológicas ainda persistem e os incentivos de mercado, sozinhos, dificilmente seriam suficientes para impulsionar uma transição. Pelo menos, não neste momento histórico em que este trabalho foi escrito – no inverno de 2025 –, quando os projetos de eletrificação ainda dependem, em grande medida, de coordenação pública, financiamento externo e vontade política para sair do papel. “Missionar” o ônibus elétrico – considerando seus efeitos sociais pretensiosamente positivos, como discuto ao longo desta obra – significa, portanto, transformá-lo em um projeto coletivo, “de empreendedorismo público” (Mazzucato, 2014), capaz de alinhar metas climáticas, políticas urbanas e inovação industrial. Trata-se de uma aposta de longo prazo que busca reorientar sistemas econômicos, tecnológicos e urbanos historicamente organizados em torno da combustão.

Vali-me, assim, da obra de Mariana Mazzucato não como um horizonte normativo, mas como uma lente inspiradora – uma lupa analítica que permitiu observar como os esforços em torno dos ônibus elétricos vêm se estruturando: entre a promessa de uma transição e a realidade das políticas que tentam torná-la possível.

Aportes metodológicos

As informações apresentadas neste livro têm natureza qualitativa e tomam como unidade de análise os processos de formulação e implementação de políticas públicas voltadas à implementação de ônibus elétricos a bateria no transporte público coletivo urbano na América Latina entre 2018 e 2025. A coleta de dados baseou-se em análise documental e observação participante, com triangulação de fontes bibliográficas, técnicas e institucionais. Foram examinados relatórios multilaterais, legislações, planos e contratos públicos, além de publicações científicas, documentos de política e literatura cíntzenta.

É valioso mencionar a contribuição de alguns repositórios de conhecimento sobre ônibus elétricos que serviram de fio condutor para esta pesquisa. Entre eles, destacam-se o *Caderno Técnico de Referência para Eletromobilidade nas Cidades Brasileiras* (Ministério do Desenvolvimento Regional; Banco Mundial; Fundo de Tecnologia Limpa – CTF, 2022), elaborado pelo ITDP Brasil em parceria com a Logit Engenharia Consultiva; e o *Guia de Eletromobilidade: orientações para estruturação de projetos no transporte coletivo por ônibus* (Ministério do Desenvolvimento Regional; Banco Interamericano de Desenvolvimento; Global Environment Facility – GEF, 2022), produzido pelo World Resources Institute – WRI Brasil. Também merece destaque o relatório *Sistemas de Transporte Público de Autobuses Eléctricos en la Región de América Latina y el Caribe* (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA, 2022), assinado por David Escalante Sánchez e María Fernanda Ortiz Carrascal.

Esses documentos foram fundamentais para mapear tendências, identificar atores e compreender como o tema da eletromobilidade foi institucionalizado nas agendas públicas

da região. Para isso, foi usada a técnica de amostragem por *snowballing* (ou “efeito bola de neve”) para rastrear redes de política e identificar os principais agentes que estruturam o campo da eletromobilidade na região. Na prática, esse método consiste em partir de um conjunto inicial de documentos ou instituições de referência – como relatórios multilaterais, guias técnicos ou programas governamentais – e seguir as conexões que eles mesmos mencionam, seja por referências cruzadas, autores recorrentes ou parcerias institucionais. A cada novo documento identificado, novas conexões são reveladas, formando uma cadeia progressiva que permite mapear quem produz conhecimento, quem financia, quem implementa e quem influencia as decisões relacionadas às políticas de ônibus elétricos na América Latina.

A observação participante, por sua vez, foi empregada para preencher lacunas, especialmente no que se refere à atuação das missões de cooperação internacional. Essa etapa decorre da minha trajetória profissional como pesquisador acadêmico, consultor e gerente de projetos, entre 2017 e 2025, em instituições voltadas à descarbonização do transporte, como o Laboratório de Mobilidade Sustentável (LABMOB/UFRJ), o ITDP Brasil e a C40 Cities. Essa vivência permitiu acompanhar processos decisórios, negociações e interações institucionais raramente documentadas, mas essenciais para compreender o funcionamento das redes que moldam o campo da eletromobilidade. Trata-se de informações não confidenciais que, em outros contextos, poderiam ter sido obtidas por meio de entrevistas com os mesmos atores. Neste caso, valer-me da experiência direta foi uma escolha consciente – ciente do risco de enviesamento, mas igualmente comprometido com uma leitura crítica e reflexiva sobre o campo que ajudei, em parte, a observar e construir.

A análise dos dados seguiu uma abordagem interpretativa, guiada por três procedimentos complementares: estudo de caso comparativo, análise documental e análise de conteúdo temática. Essa estratégia permitiu compreender como diferentes arranjos institucionais, marcos regulatórios e redes de política moldam as trajetórias da eletromobilidade na região, revelando tanto as tensões quanto as convergências e lacunas que definem o avanço dos ônibus elétricos nas cidades latino-americanas.

Capítulo 1

Ônibus elétricos na corrida pela descarbonização

Aeletromobilidade não nasceu com o século XXI. Seus primeiros lampejos remontam a 1828, quando inventores europeus e norte-americanos começaram a flertar com a ideia de mover o mundo a eletricidade. Em 1835, o ferreiro americano Thomas Davenport apresentou um pequeno motor funcional e, algumas décadas depois, em 1881, o engenheiro Gustave Trouvé deslizou pelas ruas de Paris com o primeiro veículo elétrico viável diante de uma plateia atônita. No ano seguinte, a empresa alemã Siemens & Halske testava em Berlim o Elektromote, um protótipo de trólebus que prometia libertar o transporte urbano da fumaça e do ruído. Desde então, a ideia de mover pessoas e mercadorias com eletricidade passou a habitar o imaginário das cidades modernas – um sonho que alternou momentos de esplendor e esquecimento, mas jamais desapareceu por completo (Mansfield, 2014; Yergin, 2023).

Na virada do século XIX para o XX, duas vertentes se destacaram. Nos transportes individuais, os carros elétricos chegaram a disputar espaço com os movidos a combustão: em 1900, respondiam por quase um terço da frota norte-americana (Yergin, 2021). Já no transporte coletivo, os trólebus emergiam como a promessa de modernidade das cidades em expansão – veículos silenciosos, movidos por eletricidade contínua captada de cabos suspensos. De Londres a São Paulo, de Milão à Cidade do México, eles cortavam as ruas com eficiência e confiabilidade, sobretudo em rampas e aclives, onde os primeiros automóveis a bateria esbarravam na baixa densidade energética das tecnologias disponíveis (Ferreira, 1995; Stiel, 1984).

Mas esse equilíbrio seria rapidamente desfeito. Em 1908, o lançamento do Modelo T, pela Ford, não apenas barateou o automóvel: ele instaurou um novo imaginário tecnológico. O carro deixou de ser artigo de luxo e tornou-se a célula motriz de um

regime sociotécnico inteiro: a era da combustão interna, que foi também a era do petróleo, da linha de montagem e da produção em massa (Perez, 2009). A cidade do século XX – espalhada, suburbana, centrada no automóvel – consolidou-se como expressão urbana desse novo ideal de modernidade.

O Modelo T foi, ao mesmo tempo, produto e motor de sua época: nasceu das condições técnicas e econômicas do início do século XX, mas também acelerou e consolidou a hegemonia do motor a combustão interna. Venceu a corrida tecnológica por alcance, flexibilidade e infraestrutura, enquanto as experiências com veículos elétricos – tanto automóveis quanto ônibus – foram relegadas a nichos experimentais, ofuscadas pela ascensão do petróleo como matriz energética dominante e pela consolidação de um modo de vida moldado em torno do automóvel.

Por isso, quando hoje se fala em eletrificação do transporte público coletivo, não se parte de uma página em branco. Retoma-se uma história interrompida que retorna sob novas condições: a urgência das mudanças climáticas, a reconfiguração geopolítica da economia global e a ascensão da China como polo produtor de veículos elétricos em escala industrial. Se o Modelo T consolidou o regime da combustão em massa, é a produção chinesa que, no século XXI, reabre a fronteira tecnológica e recoloca a eletromobilidade no centro da disputa pelo futuro urbano.

Hoje, avanços tecnológicos conferem vantagens competitivas inéditas aos veículos elétricos – em especial devido à maior densidade energética das baterias (Yergin, 2023). Ao lado dos ônibus, que sempre ofereceram confiabilidade em corredores fixos, a nova geração de veículos a bateria amplia o alcance da eletromobilidade, devolvendo flexibilidade operacional sem abrir mão da tração elétrica. Se antes a imagem do ônibus estava associada a trajetos rígidos, hoje a convivência com sua “modalidade irmã” favorece novas formas de integração modal, redesenho de itinerários e experimentações urbanas que fortalecem o papel do transporte elétrico como alternativa.

Mas o alcance dessa transformação vai além da mecânica. A eletrificação das frotas não é apenas um capítulo na história dos motores: é uma reconfiguração das engrenagens de práticas, serviços e mercados que sustentam o transporte público

coletivo sobre pneus. Exige repensar cadeias inteiras – da operação à manutenção, da infraestrutura de apoio à capacitação da força de trabalho. Coloca em contato setores que historicamente se mantiveram apartados: concessionárias de energia, provedores de infraestrutura, operadores, autoridades de transporte público.

Um dos sinais mais visíveis dessa revolução silenciosa está na infraestrutura de recarga. Onde antes se erguiam postos de combustíveis, surgem agora garagens convertidas em verdadeiros centros energéticos – espaços que abrigam não apenas vagas de estacionamento, mas um ecossistema técnico complexo. Cabos se conectam a carregadores de alta potência, transformadores e sistemas de suporte elétrico que entram em ação quando os veículos regressam ao fim da jornada e recebem o plugue, num ritual inverso ao antigo abastecimento: em vez de queimar energia, acumulam-na para o dia seguinte.

Um dos arranjos mais comuns de recarga acontece à noite, quando os ônibus são conectados a carregadores que lhes garantem autonomia para o dia seguinte (*overnight charging*) – quase como fazemos com nossos celulares, que deixamos na tomada ao dormir e encontramos plenamente carregados ao despertar. Apesar da aparente simplicidade, esse modelo exige uma infraestrutura elétrica robusta, redes capazes de suportar picos de demanda em poucas horas e a combinação de equipamentos de diferentes potências – de corrente alternada (AC), geralmente mais lentos, a corrente contínua (DC), muito mais velozes – ajustados à estratégia operacional de cada frota e ao investimento possível. Carregadores mais rápidos custam mais caro, e cada minuto economizado na tomada pode custar uma fortuna em cabos, transformadores e subestações.

Ao mesmo tempo, essa lógica não esgota o repertório de soluções. Em cidades de alta demanda e rotas complexas, podem vir a ganhar espaço os experimentos de recarga por oportunidade (*opportunity charging*), que oferecem cargas rápidas em pontos estratégicos, como terminais e corredores exclusivos. Outras experiências, ainda incipientes no transporte público coletivo, exploram a troca de baterias (*battery swapping*), modalidade mais debatida atualmente no setor de veículos de carga (Lebrouhi et

al., 2021). Cada arranjo implica escolhas distintas: investimento inicial, impacto sobre a rede elétrica, ajustes na programação de viagens e novos formatos de contrato entre atores.

Mais do que uma questão técnica, portanto, a escolha do modelo de recarga é uma decisão estratégica. Define quem controla a infraestrutura, como se distribuem os riscos e quem captura os benefícios da transição. É nessa zona de negociação – entre o fio de alta tensão e a linha do orçamento público – que se decide o futuro da mobilidade elétrica como regime a ficar hegemônico ou apenas mais um experimento de nicho.

Em 2018, ainda soava incomum falar em ônibus elétricos a bateria como alternativa concreta e escalável para o transporte coletivo nas cidades latino-americanas. O tema circulava em relatórios do Banco Mundial¹ e em fóruns técnicos especializados, mas permanecia mais promessa do que prioridade. Na prática, o conhecimento consolidado sobre eletromobilidade urbana girava em torno dos trólebus: 724 unidades em operação resistiam na América Latina quase como testemunhos de outra era², enquanto o motor a combustão reinava amparado em um tripé difícil de romper – baixo custo, ampla disponibilidade e infraestrutura profundamente enraizada (Ferreira, 1995; Vasconcellos, 2013; Souza Lima, Albuquerque e Lassery, 2019).

Ainda assim, 2018 marcou uma inflexão discreta, porém significativa. Naquele ano, entraram em operação as primeiras 121 unidades de ônibus elétricos a bateria na região, somando-se aos trólebus em atividade. Era pouco – mas apontava para um novo horizonte tecnológico. Desde então, o movimento glo-

¹ O Banco Mundial e instituições associadas, como a International Finance Corporation (IFC), já vinham promovendo estudos, programas-piloto e linhas de crédito voltadas à eletromobilidade desde os anos 2010. Esse movimento se articulava com um ecossistema mais amplo de organizações multilaterais e não governamentais com foco técnico em transporte sustentável – como o ITDP, o WRI, o ICCT e o SLoCaT – que contribuíram para consolidar diagnósticos, propor modelos regulatórios e demonstrar viabilidade operacional da tecnologia, ainda que com alcance limitado até meados de 2019. Ver mais aqui: <https://www.worldbank.org/en/results/2024/03/21/from-gridlock-to-green-transport-supporting-electric-mobility-to-meet-the-demand-for-passenger-transport>. Acesso em jan. 2025.

² Dados da série histórica para 2018 na plataforma E-Bus Radar. Disponível em: <https://ebusradar.org/#analises>. Acesso em jan. 2025.

bal de eletrificação da frota se acelerou, chegando a 7.030 ônibus elétricos em operação, dos quais 5.889 são movidos a bateria, o que equivale a cerca de 1% da frota global (*E-Bus Radar*, outubro de 2025). Esses veículos incluem modelos convencionais, midi e articulados, distribuídos de forma desigual entre as cidades, refletindo diferentes estágios de planejamento, financiamento e capacidade institucional. Mas o número carrega um simbolismo importante: ele marca o momento em que a transição deixou de ser apenas um “discurso de futuro” e começou a ocupar as ruas de cidades da região.

Em termos políticos, a preocupação com a descarbonização não surge ao acaso. As pressões da *paisagem*, segundo o professor Frank Geels (2002; 2012), são transformações amplas e de longo prazo que, em interação com inovações de nicho, desestabilizam regimes estabelecidos e abrem espaço para mudanças estruturais. Elas não determinam as transições, mas criam influências, janelas de oportunidade e reconfiguram as margens do possível.

Na América Latina e no mundo, o regime do transporte público coletivo urbano vem sendo influenciado por esse redesenho global de paisagem. Desde o Acordo de Paris (2015), países da região passaram a declarar metas de redução de emissões em suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), o que impulsionou o debate sobre estratégias setoriais de mitigação e abriu espaço para explorar soluções tecnológicas com menor impacto ambiental em áreas como o transporte. Assim, a eletrificação deixou de ser tema restrito a nichos para ganhar mais espaço como alternativa em agendas de cooperação internacional e projetos de financiamento climático (voltarei a esse ponto no próximo capítulo).

Além das pressões multilaterais e dos compromissos formais assumidos por países e cidades, a reconfiguração da paisagem global também tem sido impulsionada por forças econômicas e tecnológicas emergentes do setor automobilístico.

Historicamente dominado pela Alemanha, pelos Estados Unidos e pelo Japão, o setor automobilístico vem sendo reconfigurado nesse sentido a partir de meados da década de 2010, quando a China fez da eletromobilidade uma política industrial

estratégica. Inicialmente concebida para reduzir a dependência energética, a aposta rapidamente se transformou em instrumento de reposicionamento geopolítico e tecnológico. O tamanho do mercado interno, responsável por quase 50% do crescimento do consumo global de petróleo nas últimas duas décadas (Li et al., 2020 *apud* Bispo e Cechin, 2023), impôs à transição energética o estatuto de segurança nacional. Esse movimento foi consolidado em 2015 com o programa *Made in China 2025*, que incluiu os veículos de nova energia (*New Energy Vehicles – NEVs*) entre os dez setores prioritários para a liderança tecnológica global, formalizando a transição para a eletromobilidade como projeto de Estado.

No âmbito do programa *Made in China 2025*, Vitor Boa Nova (2025) observa que o planejamento urbano chinês opera como instrumento ativo de “projetamento”, em que grandes projetos de infraestrutura são mobilizados para induzir inovação, reconfigurar territórios e afirmar prioridades nacionais. Shenzhen, laboratório emblemático dessa estratégia, tornou-se em 2016 a primeira metrópole do mundo a eletrificar integralmente sua frota de ônibus – mais de 16 mil veículos –, resultando em uma redução de 95% no consumo de combustíveis fósseis e ganhos expressivos de qualidade do ar. No auge da expansão, entre 2017 e 2018, a China adicionava 9.500 ônibus elétricos a cada cinco semanas, o equivalente à frota total de Londres (ITDP, 2018; Hodges, 2018).

Esse protagonismo, contudo, transcende as fronteiras nacionais. Desde a década de 2010, a China concentra mais de 90% da frota global de ônibus elétricos a bateria e lidera com folga as exportações mundiais. Na América Latina, cerca de 80% da frota em operação é de origem chinesa, com predomínio da BYD, que contabiliza 2.806 unidades em circulação, seguida por Foton (1.454) e Yutong (1.006), além de outras fabricantes como Zhongtong e Sunwin (E-Bus Radar, 2025; Canal Dana, 2025).

1.1 O debate sobre a descarbonização

Mesmo com a pressão da paisagem e a relativa prontidão do mercado chinês para atender à demanda, entre 2018 e 2020, a maioria das cidades latino-americanas ainda carecia de marcos legais robustos que incorporassem metas claras de descarboni-

zação. Essa lacuna refletia não apenas a imaturidade da agenda climática urbana, mas também a incerteza estrutural sobre qual direção tecnológica adotar. Em um cenário de alternativas concorrentes – gás natural veicular, biocombustíveis de segunda geração, soluções híbridas –, a eletromobilidade surgia como uma aposta arriscada, cercada de dúvidas técnicas, financeiras e operacionais, além da dependência de novos fornecedores.

Mais do que uma questão de viabilidade, emergia uma dúvida conceitual: afinal, os ônibus elétricos são realmente bons para o meio ambiente? Responder a essa pergunta exige antes compreender o que se entende por descarbonização, um conceito que, embora amplamente difundido, permanece em disputa.

Em sentido estrito, descarbonizar significa reduzir – e, idealmente, eliminar – as emissões de dióxido de carbono (CO₂) associadas à queima de combustíveis fósseis. No entanto, no campo das políticas públicas orientadas a transições, o termo extrapola a dimensão técnica e assume caráter normativo e performativo: descarbonizar não seria apenas um processo físico de redução de carbono, mas também uma narrativa de reorganização econômica e simbólica em torno de novas tecnologias, setores e modelos de desenvolvimento. Nesse sentido, como observam Sovacool, Geels e outros (2021), “descarbonizar” envolve tanto mudar as fontes de energia quanto redefinir os regimes sociotécnicos que estruturam o modo como a sociedade produz, circula e consome energia.

Assim, a disputa em torno do termo não é apenas sobre como reduzir emissões, mas sobre quais caminhos devem ser reconhecidos como legítimos para fazê-lo – e, sobretudo, quem se beneficia de cada rota tecnológica. Por trás da neutralidade aparente da palavra “descarbonização”, travam-se embates entre setores produtivos, governos e organismos internacionais em torno de modelos concorrentes de transição.

De um lado, estão as soluções incrementais, que preservam a infraestrutura existente e mantêm o protagonismo de atores consolidados do regime da combustão: indústrias de petróleo, fabricantes de motores e cadeias de suprimento associadas ao diesel e ao gás natural. Essas soluções oferecem uma transição “segura”, com custos menores de adaptação, mas tendem a re-

produzir dependências estruturais e a prolongar a vida útil de tecnologias fósseis sob o rótulo de “verdes”.

De outro lado, emergem as soluções disruptivas, como os ônibus elétricos a bateria ou movidos a hidrogênio verde, que propõem uma mudança mais profunda nas bases energéticas e produtivas do transporte. Aqui, a descarbonização assume contornos de ruptura sociotécnica, exigindo novas capacidades industriais, arranjos institucionais e fluxos de investimento – o que, em países do Sul Global, envolve também a criação de novas coalizões políticas e financeiras.

Entre essas duas vias – a da adaptação e a da transformação – há uma zona cinzenta, onde se decide o ritmo e a direção da transição. É nesse espaço que se inserem as políticas públicas que definem quais tecnologias são priorizadas, subsidiadas ou legitimadas como “soluções sustentáveis”. Por isso, falar em descarbonização é também falar em poder: sobre quem controla o discurso técnico, quem define as métricas de sustentabilidade e quem captura os benefícios econômicos da transição. A controvérsia não está apenas nas emissões, mas nas estruturas de interesse que determinam como – e para quem – a transição ocorre.

Parte dessa confusão decorre de como os termos “energia limpa” e “fonte renovável” são empregados de forma quase intercambiável, quando na prática designam fenômenos distintos (Fresco, 2022). Uma fonte pode ser renovável sem necessariamente ser limpa – como ocorre com o etanol ou o biodiesel, cuja queima emite gases e material particulado, ainda que provenha de biomassa. Da mesma forma, uma fonte pode ser considerada “limpa” em termos de emissão local, como a eletricidade, mas depender de uma matriz suja, caso essa energia seja gerada a partir de carvão mineral ou termelétrica operacionalizada por óleo combustível.

Essas ambiguidades alimentam um verdadeiro mercado semântico da sustentabilidade, no qual adjetivos como “verde”, “renovável” ou “carbono neutro” são disputados como ativos políticos. A transição energética, portanto, não é apenas técnica: é também narrativa. Trata-se de uma luta por significados e legitimidades, na qual as fronteiras entre o velho e o novo regime

se embaralham, e as escolhas terminológicas ajudam a definir o que o mundo considera progresso.

Nesse emaranhado de disputas conceituais, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), definida pelas normas ISO 14040 e ISO 14044, tem se consolidado como uma das métricas mais robustas e, ao mesmo tempo, mais politicamente carregadas do debate sobre descarbonização. Em essência, a ACV busca medir o impacto ambiental total de um produto ou tecnologia, considerando todas as etapas do seu ciclo: da extração da matéria-prima à manufatura, do uso à disposição final. Aplicada aos transportes, ela permite comparar, com base empírica, o desempenho de diferentes modais e matrizes energéticas – revelando que a emissão de um veículo não termina no escapamento (Barbieri et al., 2009; Coelho Filho et al., 2015).

No caso dos ônibus elétricos, por exemplo, a ACV mostra que, embora o uso direto do veículo seja isento de emissões locais, há emissões “a montante”, associadas à produção das baterias e à geração de eletricidade que as alimenta. Em países cuja matriz elétrica ainda é intensamente dependente de combustíveis fósseis, como a China, essas emissões podem reduzir significativamente o ganho climático líquido da eletrificação. Por outro lado, em regiões com matrizes predominantemente renováveis – como a América Latina, onde a participação de hidrelétricas, solares e eólicas é expressiva –, os benefícios da electromobilidade tornam-se mais evidentes e duradouros. No Brasil, cerca de 85% da energia elétrica advém de fontes renováveis (como as hidrelétricas), conforme dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2023).

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), portanto, não apenas fornece um instrumento técnico de mensuração, mas também reconfigura o campo argumentativo das políticas públicas. Ela desloca o debate do selo comercial “emissão zero”, frequentemente usado como argumento de *marketing* ambiental, para uma abordagem mais ampla das cadeias produtivas e energéticas. Assim, evidencia que a verdadeira descarbonização exige integração entre os setores de transporte, energia e indústria – porque, afinal, não basta trocar o motor: é preciso transformar o sistema.

Por isso, a ACV se tornou um terreno de disputa dentro do próprio campo da sustentabilidade. Governos, fabricantes e organismos multilaterais frequentemente recorrem a diferentes recortes metodológicos para enfatizar ou atenuar certos impactos. Mais do que uma simples métrica, ela opera como uma ferramenta política de enquadramento, capaz de legitimar escolhas tecnológicas e orientar fluxos de investimento.

Portanto, ao iluminar o ciclo completo de produção e uso de uma tecnologia, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) expõe também a face invisível da descarbonização – aquela que, no caso dos veículos elétricos, se oculta nas margens dos gráficos e nos territórios distantes de onde são extraídos os minerais destinados à fabricação das baterias. É ali, nas etapas a montante do processo produtivo, que se revelam as contradições de uma transição energética que promete neutralidade climática, mas ainda depende de cadeias extractivas intensivas em energia, água e impactos sociais. Essas tensões alimentam o debate, cada vez mais presente, sobre o fato de que os veículos elétricos podem não ser tão ambientalmente “limpos” quanto parecem – ao menos quando se considera o conjunto de relações materiais, geopolíticas e territoriais que sustentam sua produção.

A busca inevitável por fontes alternativas, como resposta à emergência climática, revela tensões históricas persistentes, que alimentam guerras, disputas territoriais e desigualdades geopolíticas (Yergin, 2023). Insumos como lítio, cobalto e níquel tornaram-se as novas matérias-primas da urbanização contemporânea – elementos centrais não apenas para sustentar o modelo energético de baixo carbono, mas também para reorganizar relações de poder, fluxos econômicos e formas de governança global.

Nesse contexto, defender os motores elétricos a bateria como solução definitiva para a descarbonização do transporte coletivo seria incorrer em simplificação. Eles fazem parte de um repertório mais amplo de respostas possíveis. Como Daniel Yergin (2014; 2023) mostra em suas obras, uma matriz energética diversificada é interessante não apenas para reduzir a dependência de petróleo e gás, mas também para permitir que países em desenvolvimento tragam a transição para dentro de suas

próprias trajetórias de crescimento, sem reproduzir dependências históricas.

Contudo, essa é uma ambição mais fácil de enunciar do que de realizar. Como destacam Healy, Stephens e Malin (2019), a transição energética global tem gerado o que chamam de “injustiças energéticas incorporadas” – desigualdades ocultas nas cadeias de extração, refino e manufatura que sustentam o novo paradigma. A semelhança com o que Henri Acselrad (2009) denomina “zonas de sacrifício” é direta: territórios periféricos que arcam com os custos socioambientais da transição, enquanto o discurso da sustentabilidade circula nas vitrines das grandes cidades.

Na América Latina, esse paradoxo se torna particularmente nítido. Enquanto governos são pressionados a descarbonizar suas frotas, a região pode permanecer posicionada na base da cadeia global de valor, fornecendo matérias-primas essenciais à transição – mas sem internalizar seus benefícios tecnológicos ou industriais. No chamado Triângulo do Lítio (Chile, Bolívia e Argentina), a extração intensiva desses recursos redefine economias e paisagens, gerando tensões entre Estados, corporações e comunidades locais (Picco, 2022).

O caso chileno exemplifica bem essa ambivalência. Um dos líderes regionais na adoção de ônibus elétricos, o país tenta equilibrar essa frente tecnológica com políticas de governança dos recursos minerais, como a *Estrategia Nacional de Electromovilidad* (Chile, 2021) e a *Estrategia Nacional del Litio* (2023). Ambas preveem maior controle público sobre a exploração, proteção de 30% dos salares e estímulos à industrialização local. Ainda assim, como observa Ernesto Picco (2022), a tensão entre desenvolvimento e dependência persiste, especialmente nas zonas de extração, onde o avanço da fronteira mineral colide com direitos de povos originários e ecológicos.

Esses territórios se configuraram como o que o teórico urbano estadunidense Neil Brenner (2016) denominou “novas hinterlândias” – espaços subordinados, mas indispensáveis, que dão suporte material à urbanização global. São as bordas invisíveis do urbano, onde se extraem os recursos que permitem o funcionamento das metrópoles e a sustentação de seus ideais de

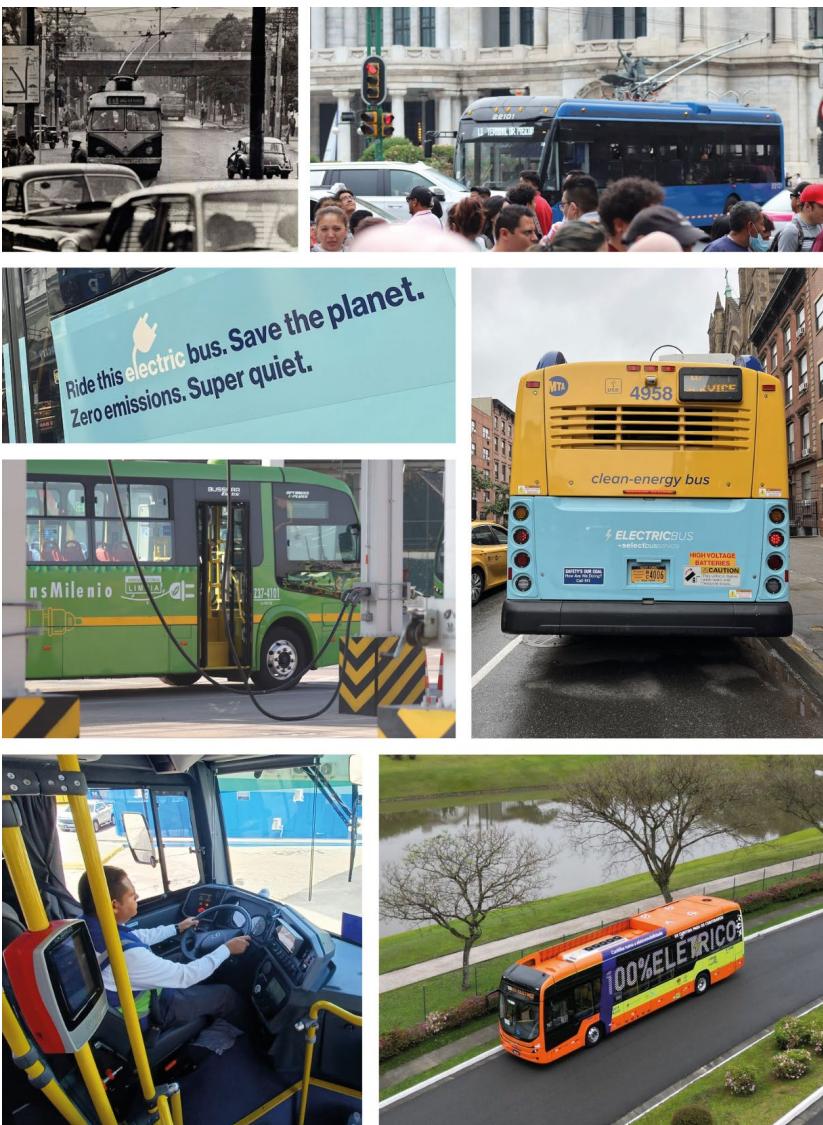
sustentabilidade. A promessa de uma economia verde, portanto, não dissolve o extrativismo: apenas o desloca e o recodifica.

Diante dessas contradições, torna-se evidente que não existe energia “limpa” sem território – e que a descarbonização, longe de ser uma operação técnica, é um processo político e geoeconômico, permeado por assimetrias globais e escolhas distributivas. Se a transição energética promete um futuro mais verde, ela também corre o risco de apenas “tingir de verde” velhos padrões de exploração. É justamente diante desse dilema que o Acordo de Paris reforça o princípio da transição justa, propondo que as mudanças tecnológicas e econômicas sejam acompanhadas de mecanismos de compensação social, criação de empregos sustentáveis e mitigação de impactos sobre os territórios e populações mais vulneráveis. Em outras palavras, trata-se de garantir que a corrida por uma economia de baixo carbono não reproduza, sob novas cores, as desigualdades da economia fóssil (Robinson, 2021; UNDP, 2022).

Ciente dessas tensões, é preciso reconhecer que toda escolha tecnológica envolve algum tipo de renúncia – seja ambiental, social ou econômica. Nenhuma solução é neutra. Ainda assim, ao avaliar as alternativas disponíveis, certos parâmetros ajudam a distinguir melhorias efetivas de simples deslocamentos de impacto. O ciclo “do tanque à roda” (tank-to-wheel) é uma das dimensões da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), que considera as emissões resultantes apenas da fase de uso do veículo, ou seja, o que é liberado diretamente durante a operação.

É sob essa métrica que os veículos elétricos se tornam particularmente relevantes para a descarbonização urbana: por não emitirem gases no ponto de uso, reduzem drasticamente a poluição local e as concentrações de material particulado – um dos principais vetores de doenças respiratórias nas cidades. Esse, entre outros argumentos, passou a compor as narrativas emergentes que defendem os ônibus elétricos como a alternativa mais promissora para alinhar o transporte público coletivo às metas climáticas.

Figura 1.1: Cenas de ônibus elétricos no Brasil e no mundo.



De cima para baixo: (1) Trólebus em operação no Rio de Janeiro, nos anos 1960 (Jornal Correio da Manhã, digitalizado pela Hemeroteca Digital da Fundação Biblioteca Nacional); (2) Trólebus em operação na Cidade do México (Pedro Bastos, 2022); (3) Carroceria de ônibus elétrico a bateria na frota da cidade de Nova York (Pedro Bastos, 2024); (4) Detalhe para a ausência de cano de escapamento na parte traseira do veículo elétrico em Nova York (Pedro Bastos, 2024); (5) Recarga de ônibus elétrico em Bogotá (Pedro Bastos, 2023); (6) Motorista de ônibus elétrico na cidade de Salvador; detalhe para a “ausência” do motor dianteiro, fundamental em veículos a combustão (Pedro Bastos, 2022); (7) Veículo em teste na cidade de Curitiba (Divulgação Volvo).

1.2 Desafios e oportunidades

Na literatura de políticas públicas, “janela de oportunidade” é o conceito formulado por John Kingdon (1984) em *Agendas, Alternatives, and Public Policies* para descrever os momentos em que três fluxos – problemas, políticas e política (polity) – se alinharam, abrindo espaço para que certas propostas avancem na agenda governamental. A pandemia de COVID-19 foi um desses momentos para a promoção da eletromobilidade como agenda. O reconhecimento de que o vírus se propagava pelo ar por meio de gotículas e aerossóis não apenas evidenciou a urgência de adotar medidas mais efetivas para melhorar a qualidade do ar, como também abriu um debate mais amplo sobre o chamado “novo normal”. Esse “novo modo de viver”, ainda que marcado por sacrifícios e renúncias em diferentes dimensões do cotidiano, deveria sobretudo representar uma oportunidade concreta de elevar a qualidade de vida e preservar as condições de saúde da população.

Nesse novo enquadramento, a agenda dos ônibus elétricos encontrou uma brecha rara. De um lado, podia ser associada aos cobenefícios de saúde, como a redução de poluentes locais que agravam doenças respiratórias (ver item 1.3). De outro, surgiu como vetor para a recuperação econômica e para a revisão contratual dos sistemas de transporte. Se operadores estavam à beira da falência devido à queda brusca de usuários e contratos precisavam ser renegociados, por que não planejar de forma mais estrutural, prevendo a entrada de frotas elétricas? A crise sanitária e financeira, ao colapsar o modelo vigente, criou condições inéditas para que a eletrificação fosse pensada como parte de uma reconstrução sistêmica.

Seja no âmbito dos governos nacionais ou de instituições internacionais, muitas cidades e países provavelmente serão elegíveis para estímulos pós-Covid-19 nos próximos meses. Os governos devem priorizar a destinação desses recursos para ações que promovam um crescimento econômico em cascata em curto prazo e economizem dinheiro a longo prazo, além de oferecerem cobenefícios ambientais. A aquisição de VEs, em especial ônibus e outros veículos

coletivos de alta quilometragem, é uma maneira concreta de atingir essas três metas. [...]

Os VEs podem ajudar a criar um mundo pós-Covid-19 mais ambiental e financeiramente sustentável. Como observou certa vez Paul Romer, economista vencedor do Prêmio Nobel: “Uma crise é uma coisa terrível de se desperdiçar. Apesar da natureza destrutiva e dolorosa da pandemia, ela também oferece uma oportunidade única para interrompermos a produção convencional de veículos e encaminharmos um futuro limpo, econômico e elétrico (Kothari e Sclar, 5 nov. 2020).

O Brasil precisa aderir fortemente à eletromobilidade. E a porta de entrada é o transporte público brasileiro. Por várias razões. A principal delas é a urgência de mudanças que a pandemia da covid-19 evidenciou para que o País e o mundo tenham um futuro menos poluído. O caminho passa pelo transporte público por ônibus porque é ele quem responde por 86% dos deslocamentos urbanos, cortando as cidades e chegando às áreas mais periféricas, onde está a população que mais depende dele. E trazer aprimoramentos para a qualidade do ar, na urgência que isso demanda, só é possível com veículos elétricos. Ao mesmo tempo, o coronavírus desnudou possibilidades, mostrou que é possível, sim, reduzir a poluição do ar. Que é urgente adotarmos sistemas de transporte urbano mais limpos e sustentáveis (ITDP Brasil, 14 dez. 2020).

Os dois trechos destacados acima foram publicados em blogs do World Resources Institute (WRI), em março de 2020, e do Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP) Brasil, em dezembro do mesmo ano, respectivamente. Ambas são organizações da sociedade civil com reconhecido capital político para influenciar o debate público no campo da mobilidade urbana, integrando redes internacionais voltadas à promoção da mobilidade sustentável. Não só aqui, mas principalmente aqui, no burburinho dessas redes de política, se começaram a observar narrativas emergentes sobre como a eletrificação de frotas poderia se associar ao problema da COVID-19, transformando uma crise sanitária em oportunidade de renovação urbana.

Ainda em 2020, o ITDP Brasil evidenciou alguns dos entraves que seriam mais críticos para a introdução de ônibus elétricos naquele contexto: os contratos de concessão, o instrumento jurídico por meio do qual o poder público transfere a uma empresa privada a responsabilidade de operar determinado serviço público (como o transporte coletivo), por prazo definido, mediante regras e condições previamente estabelecidas.

Um levantamento conduzido pela entidade naquele ano em 13 grandes cidades brasileiras mostrou que 77% dos contratos tinham duração superior a 15 anos, sendo que 92% ainda permitiam prorrogações. A pesquisa revelou lacunas expressivas: 38% não especificavam a tecnologia veicular; 61% não exigiam monitoramento das emissões; 77% não definiam quais poluentes deveriam ser medidos; 62% não previam sanções ambientais; 69% não vinculavam multas ao desempenho do serviço; 61% não incluíam critérios de remuneração ligados à qualidade; 30% não mencionavam a necessidade de atualização dos parâmetros veiculares; 77% não estabelecia姆 frequência para a renovação da frota; 15% não indicavam os critérios para renovação; e 23% não definiam idade máxima ou média para os veículos em operação.

Esse cenário evidenciava como a rigidez contratual funcionava como uma barreira estrutural, principalmente para o modelo de negócio baseado no “agente integral” – arranjo predominante na governança tradicional do transporte público latino-americano. Nesse modelo, um único concessionário é responsável simultaneamente pela operação do serviço, pela aquisição e manutenção da frota concentrando riscos financeiros, operacionais e tecnológicos em um só ator. Essa configuração, embora simplifique a gestão do contrato, reduz a capacidade de inovação e dificulta a introdução de novas tecnologias, como os ônibus elétricos, que exigem arranjos mais complexos de financiamento e compartilhamento de responsabilidades.

Pelo princípio legal *pacta sunt servanda* – que significa “os acordos devem ser cumpridos” –, contratos permanecem válidos mesmo diante de novas legislações, a menos que sejam renegociados ou já prevejam cláusulas de adaptação (Zunino Neto, 1999). No Brasil, onde predominam contratos de longo prazo, essa lógica cria um paradoxo: ainda que exista vontade política

e pressão intergovernamental por descarbonização, a introdução de inovações tecnológicas depende de processos de renegociação lentos e complexos, travando o ritmo das transformações necessárias.

A pandemia, ao expor a fragilidade econômica de diversos operadores, escancarou esse impasse institucional, fomentando um debate sobre a necessidade de repensar os contratos de concessão para garantia da regularidade do serviço às pessoas que precisaram continuar se deslocando – os chamados “trabalhadores essenciais”, à época. Essa conjuntura abriu uma margem: a possibilidade de vincular a reestruturação contratual à introdução de veículos mais modernos e ambientalmente alinhados com o que se esperava de uma agenda que englobasse melhorias à qualidade do ar. Um verdadeiro arranjo de ganha-ganha.

Contudo, prevaleciam o ceticismo quanto à robustez da tecnologia, a falta de capacitação dos operadores, entraves contratuais herdados de modelos tradicionais que acabei de mencionar e, sobretudo, o obstáculo clássico de qualquer transição verde: o alto custo inicial.

Entre 2023 e 2024, o custo de um ônibus elétrico a bateria no Brasil variava de 2,5 a 3 milhões de reais nas versões convencionais e de 3 a 5 milhões de reais nos modelos articulados, segundo o *Estado de S. Paulo* (27 de novembro de 2023). Em contraste, um ônibus a diesel podia ser adquirido por 800 mil a 1 milhão de reais – uma diferença de até três vezes menos no CAPEX (*Capital Expenditure*), ou seja, nos gastos iniciais com aquisição de ativos de longo prazo, como veículos e infraestrutura. Mais do que números absolutos, importa aqui a ordem de grandeza: os custos de entrada permanecem significativamente mais altos para a tecnologia não hegemônica. E, embora os valores oscilem conforme fabricante, modelo, país ou arranjo contratual, é essa disparidade estrutural que molda a percepção de risco e limita a ousadia das cidades – enrijecida, por sua vez, por modelos de licitação conservadores e pouco avessos a riscos.

Entre as narrativas que emergiram naquele período para sustentar a centralidade estratégica dos ônibus elétricos, esteve a defesa de uma mudança cultural nas contratações públicas, de modo a incorporar o Custo Total de Propriedade (Total Cost

of Ownership – TCO) como critério de decisão. O TCO corresponde ao cálculo do custo de um ativo ao longo de toda a sua vida útil, abrangendo não apenas o preço de aquisição, mas também despesas de operação, manutenção, financiamento, seguros e descarte.

Trata-se de uma métrica amplamente consolidada no setor empresarial, mas que, no campo das políticas públicas de transporte – no caso brasileiro –, ainda encontrava pouca aplicabilidade, devido à centralidade conferida ao princípio da economicidade pela antiga Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, que priorizava o menor preço de aquisição como parâmetro decisório. Nesse contexto, em nível internacional, a International Finance Corporation (IFC, 2020, p. 1) – integrante do Grupo Banco Mundial – enfatizava que:

Durante décadas, gestores de transporte urbano adquiriram ônibus com base no menor preço, um critério simples, verificável e de fácil defesa perante a opinião pública. Infelizmente, o preço de aquisição inicial é um mau indicador do custo total de vida útil de um veículo, que envolve operações, manutenção, financiamento, seguro, entre outros fatores. Uma mudança para aquisições baseadas no custo total permitiria uma comparação mais justa — um verdadeiro “comparar maçãs com maçãs” —, dando aos veículos elétricos uma chance real de competir (tradução do autor).

Em face desse cenário, o caso brasileiro começou a apresentar avanços normativos significativos, especialmente com a promulgação da Lei nº 14.133/2021, que substituiu a antiga Lei de Licitações e Contratos dos anos 1990. A nova legislação amplia a compreensão do que deve orientar o processo de compra pública, ao incorporar, entre seus princípios, o desenvolvimento nacional sustentável como critério de decisão. Essa mudança abre espaço para que critérios ambientais, sociais e tecnológicos passem a ter peso equivalente – ou até superior – ao preço mais baixo. Em outras palavras, o que antes era tratado como custo agora pode ser reconhecido como investimento público com retorno socioambiental.

Um dos instrumentos centrais dessa transformação é o Estudo Técnico Preliminar (ETP), previsto nos artigos 18 e 20 da nova Lei. O ETP funciona como uma etapa diagnóstica obrigatória que antecede a licitação, permitindo que o gestor público avalie não apenas a viabilidade técnica e econômica da contratação, mas também os impactos ambientais, a aderência a políticas estratégicas e o alinhamento com planos de ação climática.

No contexto da eletromobilidade, essa prerrogativa tem efeitos estruturantes: ao vincular as licitações de transporte público às metas de descarbonização e desenvolvimento sustentável, o ETP se converte em uma ferramenta decisiva para romper com a lógica de curto prazo das aquisições baseadas unicamente no menor preço.

Contudo, entre o ideal e a prática há uma distância marcada por condicionantes concretos, especialmente no que diz respeito ao financiamento do serviço de transporte coletivo público. No Brasil, um estudo do Instituto de Estudos Socioeconômicos (INESC) mostrou que, em 2018, cerca de 90% dos recursos destinados à manutenção do transporte coletivo por ônibus provinham da arrecadação tarifária. Esse dado revela que os usuários não são apenas passageiros, mas pilares do equilíbrio financeiro do sistema. A noção de “consumidor-cidadão”, de Néstor García Canclini (2010), ajuda a compreender esse quadro: o exercício da cidadania nas cidades latino-americanas é, muitas vezes, condicionado à capacidade de consumo – inclusive em bens públicos essenciais como a mobilidade.

Essa lógica não é exclusiva do Brasil. Segundo o Banco Interamericano de Desenvolvimento, em 2019, os sistemas de transporte urbano da região – incluindo ônibus, metrôs e trens – dependiam de subsídios que variavam de 26% a 69% dos custos operacionais, respectivamente, em Bogotá e em Buenos Aires. No caso dos ônibus, a disparidade é ainda mais evidente: 72% na Cidade do México, 65% em Buenos Aires, 59% no Panamá, contra apenas 35% em Montevidéu e São Paulo (Rivas *et al.*, 2020). Onde o apoio público é baixo, o peso recai diretamente sobre a tarifa, tornando o serviço excludente; onde é alto, como em Buenos Aires, permanece vulnerável a ciclos fiscais e disputas

políticas. Em ambos os cenários, a fragilidade do financiamento compromete não apenas a inovação, mas a própria modernização do serviço, relegando a agenda de eletrificação ao risco de ser tratada como adereço – um “artigo de perfumaria” – se não for acompanhada por um debate maduro de política pública e financiamento estrutural.

A política tarifária, conforme explica Carlos Henrique Carvalho (2016), é o coração desse modelo: define como os custos médios de operação e manutenção são distribuídos entre os usuários pagantes, geralmente medidos pelo Índice de Passageiros por Quilômetro (IPK). Esse índice, utilizado em muitos casos, funciona como régua de eficiência, mas traz consigo um desafio: ao atrelar a viabilidade do sistema à ocupação média dos veículos, penaliza linhas periféricas de baixa rotatividade, onde a necessidade social é maior. Um estudo mostra que, em cidades latino-americanas, famílias do quintil mais pobre chegam a comprometer até 25% de sua renda mensal apenas com transporte público (Rivas et al., 2019).

Esses dilemas revelam uma contradição estrutural: tratar o transporte coletivo como direito social essencial e, ao mesmo tempo, submetê-lo à lógica de mercado. A consequência é um ciclo vicioso: custos crescentes elevam a tarifa; tarifas altas são predatórias à demanda; a queda na demanda piora indicadores de eficiência como o IPK, alimentando novos aumentos ou cortes de oferta. Em cidades latino-americanas, esse ciclo se traduz em sobrecarga das populações periféricas, cujas linhas costumam ser classificadas como “menos eficientes” e, portanto, alvo de cortes e depreciação mais acentuada dos veículos.

Não surpreende, portanto, que a tarifa de ônibus esteja no centro de sucessivas ondas de contestação social. No Brasil, os protestos de 2013 revelaram a sensibilidade do tema, mas eles se inscrevem em uma história mais ampla. Florianópolis, com a “Revolta da Catraca” em 2004 e 2005, ou Salvador, com a “Revolta do Buzu” em 2003, expressaram de forma precoce esse mal-estar (Veloso, 2017; Andrés, 2023). Em Santiago, o chamado “estallido social” de 2019 foi desencadeado justamente por um aumento no metrô e se irradiou para toda a agenda política

nacional. Em Buenos Aires, greves de transportes e protestos contra cortes de subsídios têm sido recorrentes. E no Rio de Janeiro, a “Revolta do Ônibus” de 1987 já mostrava como reajustes abruptos podem incendiar (literalmente) a relação entre mobilidade e cidadania³.

O que emerge, ao se observar a região como um todo, é a centralidade da mobilidade urbana como arena de conflito político. Seja no Brasil ou em outros países, o financiamento do transporte coletivo continua a ser disputado entre operadores, usuários e governos. Essa disputa molda não apenas a sustentabilidade do serviço, mas também a viabilidade de agendas mais ambiciosas, como a própria eletrificação das frotas.

A pandemia de COVID-19 escancarou essas fragilidades. Entre janeiro e abril de 2020, o uso do transporte público caiu drasticamente em toda a América Latina: 53,5% em Belo Horizonte, 76% na Cidade do México e até 85,6% em Bogotá. A receita tarifária, já insuficiente, praticamente desapareceu, levando operadores à beira da falência (Gobierno de México, 2020).

No Brasil, a crise se somou a uma tendência de perda estrutural de demanda. Dados do UOL, de 6 de agosto de 2024, mostraram que, entre 2013 e 2023, 19,1 milhões de pessoas no Brasil deixaram de utilizar ônibus urbanos, o que representa uma queda de 44,1% no período. Apenas entre 2019 e 2024, a redução foi de 25,8%, influenciada tanto pelos efeitos da pandemia e do *home office* quanto pela maior adesão ao comércio eletrônico, ao uso de veículos individuais, como carros e motos, e aos serviços de transporte por aplicativo. Esse cenário reforça o dilema do financiamento do transporte coletivo: uma base de usuários cada vez menor sustentando um sistema de custos crescentes, em meio a pressões por modernização e descarbonização das frotas.

³ Memorial da Democracia, *Passagem aumenta e o Rio se revolta*, 30 jun. 1987. Disponível em: <https://memoraldademocracia.com.br/card/passagem-aumenta-e-o-rio-se-revolta#card-40>. Acesso em jan. 2025.

1.3 Potenciais benefícios para o planejamento urbano

Outras narrativas que passaram a pautar a bibliografia dizem respeito aos transbordamentos de uma transição para ônibus elétricos para o planejamento urbano. Na formulação de Mariana Mazzucato (2022) sobre *política orientada por missão*, os transbordamentos guardam certa analogia com as externalidades, mas não se confundem com elas. Enquanto a noção de externalidade, na tradição econômica, refere-se a efeitos não intencionais e muitas vezes não especificados (como a poluição gerada por um processo produtivo), os transbordamentos dizem respeito a impactos positivos deliberadamente induzidos por políticas de inovação – ganhos que extrapolam o objetivo inicial e se espalham para outros setores e dimensões sociais.

Esses transbordamentos associados aos ônibus elétricos a bateria, ao mesmo tempo em que impulsionam ganhos tecnológicos, podem repercutir em dimensões sociais e territoriais, contribuindo para recompor desigualdades socioespaciais e ativar cadeias produtivas voltadas à inovação. Ao dinamizar setores industriais estratégicos – da fabricação de baterias à gestão de redes de distribuição de eletricidade –, a eletromobilidade também pode favorecer a inserção das bases produtivas nacionais em eixos de industrialização mais avançados. Superar o paradigma da combustão, portanto, merece destaque em uma agenda governamental não apenas pelo impacto direto na redução de emissões, mas pela capacidade de catalisar novos modos de planejamento, gerando co-benefícios ambientais, de saúde pública e de justiça urbana.

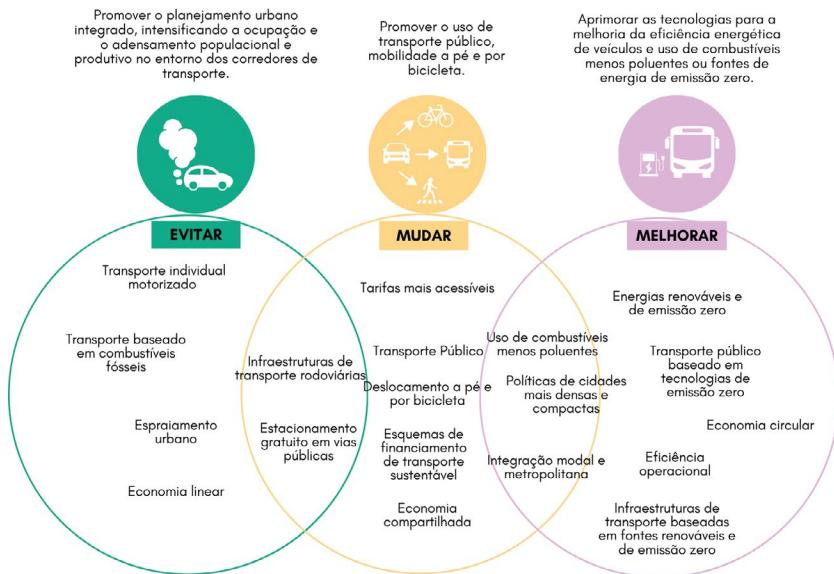
Exploro algumas dessas hipóteses a seguir.

1.3.1. Ônibus elétricos podem ativar novas formas de planejar o transporte

O potencial transformador dos ônibus elétricos não reside apenas na troca do motor, mas na possibilidade de ativar novas formas de planejar o transporte e repensar a relação entre mo-

bilidade, território e qualidade de vida urbana. Nesse sentido, uma estrutura conceitual amplamente difundida na literatura internacional – e especialmente útil para compreender essa mudança – é o modelo “Avoid–Shift–Improve” (ASI).

Figura 1.2: Modelo Evitar-Mudar-Melhorar (Avoid–Shift–Improve, ASI).



Fonte: Elaborado pelo autor, baseado em informações contidas em GIZ e TUMI (2019) e Banco Mundial (2019).

Desenvolvido inicialmente na Alemanha, o conceito foi oficialmente mencionado pela primeira vez em 1994 no relatório da Enquete *Commission on Protecting the Earth – Development and Structure of the Global Economy*, do Parlamento Alemão. Desde então, a abordagem foi sistematizada e difundida internacionalmente por instituições como a Agência de Cooperação Alemã (GIZ, *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*), em parceria com agências multilaterais e organizações vinculadas à ONU, tornando-se um referencial normativo em agendas climáticas orientadas ao planejamento da mobilidade sustentável (GIZ e TUMI, 2019).

O ASI propõe uma abordagem integrada para a redução das emissões do setor de transportes, articulando três eixos complementares:

- **Avoid** (Evitar): reduzir a necessidade de deslocamentos motorizados, por meio do ordenamento urbano e da gestão da demanda;
- **Shift** (Mudar): promover a migração para modos de transporte mais sustentáveis, como o transporte coletivo, a caminhada e a bicicleta;
- **Improve** (Melhorar): aprimorar a eficiência tecnológica e energética dos sistemas existentes, substituindo veículos e combustíveis poluentes por alternativas de baixa emissão.

A força desse modelo está em revelar que a descarbonização não é apenas uma questão de substituir tecnologias, mas de reorganizar o sistema urbano e seus fluxos de deslocamento. Assim, os ônibus elétricos se inserem no eixo “*Improve*” – mas seu verdadeiro potencial depende da capacidade de dialogar com os outros dois eixos. Quando associados a estratégias de reestruturação urbana (*Avoid*) e de priorização do transporte coletivo (*Shift*), eles podem funcionar como gatilhos de transformação estrutural, rompendo com a lógica de dependência do automóvel e com o caráter fragmentado das políticas de transporte.

Dessa forma, o modelo ASI ajuda a reconciliar as contradições discutidas anteriormente sobre a eletromobilidade: em vez de tratá-la como panaceia tecnológica, ele a recoloca como parte de um projeto urbano mais amplo, em que a eficiência energética, a justiça ambiental e o bem-estar coletivo se tornariam dimensões indissociáveis.

1.3.2. Ônibus elétricos podem promover melhorias de saúde pública

Evidências reunidas pela equipe do médico e pesquisador da Universidade de São Paulo Paulo Saldiva (2018; Fajersztajn et al., 2016; Arbex et al., 2012) demonstram a correlação entre altos níveis de poluição do ar – gerada sobretudo pelo transporte motorizado a combustão e pela atividade industrial – e o agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares, especialmente em regiões de baixa renda, frequentemente tidas como zonas de sacrifício ambiental (Acselrad, 2009).

Fenômeno semelhante pode ser observado em outras metrópoles latino-americanas. Em Santiago do Chile e na Cidade do México, bairros periféricos e populares apresentam maiores concentrações de material particulado fino ($PM_{2,5}$), em razão da proximidade com corredores viários de alta densidade e polos logísticos, o que reforça um padrão de injustiça ambiental que recai desproporcionalmente sobre populações vulneráveis (Chakraborti e Voorheis, 2024; García-Burgos et al., 2022).

Nessas áreas, a localização espacial agrava os efeitos da degradação ambiental, intensificando a exposição a cargas poluentes. Frequentemente situadas próximas a grandes vias, indústrias ou centros de distribuição, elas concentram emissões de forma persistente. Em Bogotá, por exemplo, comunidades situadas em áreas de intenso tráfego, como as localidades de Kennedy, Bosa e Puente Aranda, no sul da capital colombiana, convivem há décadas com níveis de poluição muito acima das recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS). Nessas regiões, a combinação de corredores viários de alta densidade, atividade industrial e vias não pavimentadas agrava a exposição cotidiana de seus habitantes a partículas finas ($PM_{2,5}$), configurando um quadro persistente de injustiça ambiental (Greenpeace, 2021).

Em muitos casos, fatores topográficos e climáticos – como baixa circulação de ar nos vales de Santiago do Chile ou ausência de cobertura arbórea em setores periféricos de Lima – reforçam essa condição. Como resultado, populações de baixa renda, historicamente privadas de capital político, acabam vivendo em territórios destinados, de maneira desigual, a suportar os custos da urbanização e de atividades econômicas poluentes.

Em contrapartida, áreas centrais e valorizadas contam com infraestruturas ambientais que funcionam como barreiras protetoras – arborização densa, parques urbanos, melhor ventilação natural. Tais amenidades são resultado não apenas de políticas urbanísticas, mas também de disputas históricas pelo espaço intraurbano. A presença de parques como Chapultepec (Cidade do México), La Carolina (Quito) ou Parque Metropolitano de Santiago, também conhecido como *Cerro San Cristóbal*, ilustra como tais infraestruturas ou amenidades estão desigualmente distri-

buídas. Conforme fica evidente na obra de Flávio Villaça (1998) para o caso brasileiro sobre a produção do espaço intraurbano, a urbanização latino-americana reproduz padrões segregados, em que o acesso a áreas verdes, à qualidade do ar e ao silêncio ambiental torna-se também um privilégio de classe.

As árvores, ao funcionarem como sumidouros de carbono, absorvem CO₂ por meio da fotossíntese e contribuem para reduzir tanto a temperatura do ar quanto a concentração de poluentes (Nowak et al., 2006; Santamouris, 2014). Esses benefícios, contudo, permanecem distribuídos de forma desigual. Bairros próximos a parques ou com maior cobertura arbórea registram não apenas valores imobiliários mais elevados, mas também menores taxas de doenças respiratórias e melhores indicadores de qualidade de vida, como destacou reportagem do *Estado de S. Paulo* publicada em 15 de julho de 2018.

1.3.3. Ônibus elétricos podem acabar com o ruído típico das cidades

Em São Paulo, estudos mostram que avenidas movimentadas como a Paulista ou a 23 de Maio chegam a registrar até 95 decibéis, patamar comparável ao de um aspirador de pó em funcionamento contínuo (Zajarkiewicz, 2010; Brunelli, 2012). Essa situação tende a se agravar em vias com muitos cruzamentos e semáforos, onde os ônibus precisam acelerar e frear repetidas vezes – movimento que não apenas intensifica o ruído, mas também aumenta as emissões locais de poluentes. É o que ocorre, por exemplo, na Zona Sul do Rio de Janeiro, em corredores como a Avenida Nossa Senhora de Copacabana, em Copacabana, e a Rua São Clemente, em Botafogo, que combinam intenso uso residencial e de serviços com tráfego contínuo de ônibus e múltiplos cruzamentos ao longo de seus trajetos.

Na Cidade do México, a poluição sonora é apontada como um dos principais problemas urbanos, inclusive em bairros de maior renda: *delegaciones* como Cuauhtémoc, Benito Juárez, Miguel Hidalgo e Coyoacán concentram denúncias frequentes de ruído, atravessadas pelo corredor da Avenida Insurgentes, eixo estruturante do Metrobús, sistema de ônibus de trânsito rápido (BRT) implantado em 2005. Esse corredor, que cruza áreas resi-

denciais e financeiras de classe média e alta, vem passando por um processo gradual de eletrificação da frota nos últimos anos, em resposta à pressão social por melhores condições ambientais (Ibero Ciudad de México, 2020).

Em Santiago, mapas oficiais de ruído revelam que as autopistas urbanas e vias expressas produzem níveis considerados “inaceitáveis” de poluição acústica (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2023). Embora alguns trechos dessas vias atra-vessem áreas de alta renda, em muitos casos elas também configuram localizações menos favoráveis para a moradia, frequentemente ocupadas por populações mais vulneráveis. O peso da poluição sonora, portanto, recai de forma desproporcional sobre grupos sociais que já enfrentam desvantagens urbanas, reforçando dinâmicas persistentes de injustiça ambiental.

Pessoas cujas profissões estão atreladas ao paradigma da combustão também sofrem desproporcionalmente. Em Belo Horizonte, motoristas de ônibus foram expostos a níveis de 82 dB apenas pelo funcionamento dos motores dianteiros a diesel – uma situação capaz de provocar danos auditivos permanentes, além de estresse crônico e distúrbios do sono, agravando a vulnerabilidade desse perfil profissional (Faverin, 2019). Esses efeitos se intensificam quando consideramos a jornada de trabalho de até oito horas diárias – período em que a exposição contínua ao ruído ultrapassa o limite de tolerância recomendado por normas de saúde ocupacional. Em alguns casos, o quadro é agravado pela ausência de climatização: veículos não refrigerados, comuns em diversas cidades brasileiras, ampliam o desconforto térmico e afetam diretamente a saúde dos motoristas. Em ambientes cálidos e úmidos, como o Rio de Janeiro, essa combinação de calor excessivo, ruído constante e poluição atmosférica produz condições laborais particularmente insalubres.

Entretanto, a queda brusca nos níveis de ruído – em um cenário de migração para ônibus elétricos – inaugura um paradoxo urbano. Se por um lado o silêncio soa como promessa de alívio, por outro, ele desestabiliza hábitos sensoriais profundamente enraizados. Em Londres, a súbita ausência do ronco metálico dos motores tornou-se um risco inesperado: pedestres e ciclistas, acostumados a orientar-se pelo som do tráfego, per-

deram um de seus referenciais mais imediatos. Para recompor essa gramática sonora da cidade, a Transport for London (TfL, 18 dez. 2019) implementou um sistema de alerta artificial que devolve aos ônibus elétricos um ruído simulado de motor. A cena é quase irônica: o progresso técnico obriga a reinventar o próprio barulho que buscava suprimir. O episódio evidencia que o ruído, longe de ser apenas incômodo, está entranhado na cultura urbana e que a sua súbita eliminação exige novas estratégias de adaptação – e talvez até uma renegociação dos sentidos que utilizamos para habitar a cidade.

1.3.4. Ônibus elétricos trazem vantagens para usuários do transporte público

No Brasil, vantagens de se investir em ônibus elétricos seriam especialmente relevantes para as mulheres negras moradoras das periferias, que compõem a maioria da população usuária do transporte coletivo por ônibus no Brasil, segundo dados levantados em relatório do extinto Ministério do Desenvolvimento Regional e do Banco Mundial (2023). Esse grupo enfrenta jornadas mais longas, com múltiplos deslocamentos fora dos horários de pico para conciliar trabalho remunerado e tarefas domésticas. A redução dos custos de operação poderia abrir caminho para, politicamente, favorecer a contenção tarifária ou mesmo o barateamento das passagens, aliviando orçamentos familiares já comprimidos.

Além disso, a substituição dos veículos a diesel poderia diminuir o desconforto térmico e sonoro experimentado diariamente pelas passageiras e também pelos motoristas, expostos em média a 1h20min por dia de poluição atmosférica durante os deslocamentos (MDR e Banco Mundial, 2023). A desigualdade territorial amplia esse quadro: apenas 8,5% das mulheres negras em Fortaleza e 6,8% em Belo Horizonte vivem próximas a corredores de transporte de média e alta capacidade; na cidade do Rio de Janeiro, o índice não ultrapassa 15%. Assim, um projeto de eletrificação articulado à expansão desses corredores poderia tornar os deslocamentos mais confortáveis e decentes, enfrentando desigualdades estruturais que combinam periferia, gênero e raça (idem).

1.3.5. Ônibus elétricos podem recuperar vizinhanças onde ninguém cogitava morar

A paisagem sonora, assim como a qualidade do ar, molda silenciosamente a produção do espaço urbano. Localizações expostas a altos níveis de ruído – grandes avenidas, corredores de ônibus e polos logísticos – tendem a passar por processos de desvalorização imobiliária, sobretudo quando não contam com outros atributos urbanos compensatórios. Já áreas mais silenciosas e arborizadas são, via de regra, associadas a maior prestígio e valorização. A desvalorização vinculada ao ruído é, no entanto, relativa. Em certos contextos, a centralidade e a acessibilidade compensam os efeitos negativos: imóveis situados em eixos estratégicos como as avenidas Paulista, Rebouças e Brigadeiro Faria Lima, em São Paulo, mantêm valores elevados apesar da poluição sonora, justamente pela alta concentração de empregos, serviços e infraestrutura.

O ruído, portanto, deve ser entendido como um fator de desvalorização condicional, cuja influência depende da combinação específica de atributos urbanos presentes em cada território. Nesse sentido, a redução da poluição sonora promovida pela eletrificação das frotas pode redefinir a habitabilidade de regiões historicamente marcadas pelo excesso de ruído e degradação atmosférica.

Corredores como a Avenida Brasil, no Rio de Janeiro, a Marginal Tietê e a Radial Leste, em São Paulo (aqui citados apenas como exemplos ilustrativos), poderiam, com a melhoria das condições ambientais, tornar-se terrenos férteis para projetos de habitação de interesse social vinculados à proximidade de sistemas de transporte coletivo de média e alta capacidade. Espaços que antes eram considerados inóspitos para a moradia poderiam, assim, ser ressignificados e reinseridos no tecido urbano como lugares de vida.

Capítulo 2

O papel das missões de cooperação internacional

A chegada dos primeiros ônibus elétricos a bateria à América Latina, em 2018, não foi um acidente histórico. Ela coincidiu com a emergência das primeiras missões de cooperação internacional dedicadas a promover essa tecnologia – instrumentos operacionais da paisagem da descarbonização voltados a explorar caminhos viáveis para a reconfiguração dos sistemas de transporte público da região. Mais do que uma coincidência, tratou-se de um processo de coprodução: enquanto as missões criavam condições políticas, institucionais e financeiras para a transição, as primeiras frotas materializavam o potencial dessa nova agenda. O que essas missões trouxeram de novo foi justamente esse impulso inicial – uma espécie de empurrão catalisador – capaz de mostrar, com evidências concretas e narrativas pulsantes (tais como as apresentadas no capítulo anterior), que a hegemonia do paradigma da combustão poderia ser gradualmente deslocada em nome das metas climáticas.

Mais do que recomendações técnicas, essas missões passaram a oferecer verdadeiras gramáticas de ação. No plano subnacional, ajudaram autoridades de transporte a estruturar projetos com base em viabilidade financeira, articular parcerias para novos modelos de negócio, promover frotas-piloto, enfrentar os desafios da infraestrutura de recarga e, não menos importante, capacitar os quadros técnicos responsáveis pela gestão cotidiana do transporte público. Em paralelo, também atuaram no plano nacional, preparando o terreno em escala mais ampla: buscaram incidir sobre políticas capazes de oferecer diretrizes, alinhar estratégias e dar coerência ao esforço de descarbonização da mobilidade, tendo os ônibus elétricos como alternativa central.

No campo das políticas públicas, as missões (como tal) podem ser compreendidas como redes de política (*policy net*)

tworks) que convergem em torno de um interesse comum: transformar um setor historicamente dependente do combustível fóssil e do paradigma tecnoeconômico dos motores de combustão interna em direção a novos arranjos tecnológicos e institucionais que favoreçam a introdução de alternativas.

As redes de política são plataformas que operam de maneira recorrente, mas menos formal do que instituições rígidas e hierarquizadas, estabelecendo confiança e valores compartilhados que se tornam o cimento de uma nova governança (Miller, 1994 *apud* Frey, 2000). Como observa Álvaro Chrispino (2016), sua configuração pode variar: ora abertas e inclusivas, capazes de articular múltiplos interesses; ora fechadas e excludentes, restringindo o acesso aos processos decisórios. De toda forma, cumprem uma função estratégica: criar os espaços de coordenação, negociação e experimentação de onde emergem políticas públicas que, neste caso, redesenham a mobilidade urbana.

É nesse quadro que as missões de cooperação internacional para ônibus elétricos a bateria assumem centralidade como instrumentos voltados a apoiar países em desenvolvimento. Elas se inscrevem no princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, estabelecido pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (United Nations, 1992), que reconhece a assimetria entre países desenvolvidos e em desenvolvimento na capacidade de conduzir transições sustentáveis. Na prática, são sustentadas principalmente por fluxos de financiamento climático originados no Norte Global e direcionados a oxigenar os ecossistemas relativos aos sistemas de transporte em cidades da América Latina, África e Ásia.

Mais do que repasses financeiros, a eficácia dessas missões reside em mobilizar recursos intangíveis (informação, capacitação técnica e alinhamento político) para que governos locais consigam navegar a complexidade de adotar modelos tecnológicos ainda frágeis frente à força dos regimes estabelecidos. Nas tipologias de instrumentos políticos propostas por Christopher Hood (1983), elas podem ser entendidas também como instrumentos de *nodalidade*: sua força está em ocupar um ponto estratégico nas redes de governança, conectando atores, conhecimentos e recursos que, isoladamente, dificilmente convergiriam.

Esse movimento dialoga também com a lógica da *paradiplomacia* (Duchacek, 1990; Soldatos, 1990; Tavares, 2016; Oddone, 2018), isto é, a atuação internacional de governos subnacionais (sobretudo cidades) muitas vezes sem a mediação direta dos governos nacionais. O que está em jogo aqui não é simplesmente ampliar a autonomia das prefeituras, mas reconhecer que as gramáticas de ação acontecem *in loco*: é no território urbano que compromissos globais se transformam em experimentações, arranjos institucionais e políticas concretas. Nesse sentido, as missões funcionam como plataformas que articulam o global ao local, permitindo que prefeitos e suas equipes traduzam objetivos climáticos em práticas de mobilidade sustentáveis.

Importa destacar, contudo, que essas missões não agrupam apenas atores dedicados à eletrificação de ônibus. Missões podem existir para qualquer finalidade que diga respeito à preservação dos chamados bens públicos globais. Esses bens – recursos disponíveis a todos, que podem ser consumidos repetidamente sem reduzir o benefício dos demais – são a base moral e prática da cooperação internacional (Chin, 2021). Eles ajudam a abrir caminhos para novos modelos de desenvolvimento ancorados em inovação sustentável e inclusiva (Kaul, Grunberg e Stern, 1999; Sandler, 2004). É nesse horizonte que países conseguem chegar a objetivos compartilhados mesmo quando partem de interesses distintos (Paulo, 2014).

O caso das missões para eletrificação de ônibus se enquadram em missões “maiores” relativas à mobilidade sustentável. Entre elas estão a promoção da caminhabilidade e da infraestrutura cicloviária, projetos inspirados no conceito de cidades de 15 minutos, medidas de qualificação do serviço de transporte público e a criação de zonas de ar limpo, que incluem restrições à circulação de veículos poluentes como parte de um repertório mais amplo de estratégias de reconfiguração do planejamento urbano. Nesse sentido, o escopo dessas missões dialoga com o paradigma *Avoid-Shift-Improve* (ASI), em que a eletrificação se integra a transformações urbanas e comportamentais mais amplas.

O termo “missões”, por sua vez, não aparece por acaso. Ele foi adotado aqui propositalmente e deriva da formulação de Mazzucato (2022), segundo a qual políticas públicas podem

ser estruturadas como grandes desafios coletivos – claros, ambiciosos e capazes de mobilizar inovação intersetorial em torno de objetivos comuns. Missões, nesse sentido, não são apenas programas ou projetos: são instrumentos de política conduzidos por um Estado mais estratégico, planejador e disposto a assumir riscos. Seu papel é articular inovação tecnológica, novos arranjos institucionais e coordenação entre diferentes níveis de governo, criando as condições para enfrentar problemas complexos e induzir mudanças duradouras. Funcionam, portanto, como plataformas de experimentação capazes de antecipar resultados em situações ainda incertas, oferecendo as evidências necessárias para orientar políticas transformadoras.

Na América Latina, contudo, essas missões assumem contornos particulares, distintos da formulação original de Mazzucato. Aqui, não são apenas os Estados nacionais ou os governos subnacionais que conduzem a formação da agenda. Atores transnacionais atuam como empreendedores de política, conceito usado por John Kingdon (2014) para destacar o papel de certos atores em captar janelas de oportunidade para a incidência política. Neste sentido, levantam bandeiras e criam as condições para que cidades e países avancem na transição – em outras palavras, mostram o “caminho-das-pedras”. Trata-se de uma abordagem de política pública que, em vez de administrar apenas os recursos já disponíveis, estabelece metas ousadas e articula, passo a passo, os orçamentos e instrumentos necessários para viabilizar uma transformação ambiciosa – não a mudança tímida, “possível” dentro do *business as usual*, do *status quo* ou de condições institucionais pouco propícias à inovação.

Para compreender como isso opera, é necessário olhar além da tecnologia em si. Um ônibus elétrico não é apenas um veículo: ele integra um sistema sociotécnico mais amplo, que envolve infraestruturas específicas, mercados, hábitos de consumo, significados culturais e conhecimento científico. É nesse ponto que a Perspectiva Multinível (Geels, 2012) ajuda a explicar a transição. Como já mostrado, ela distingue três camadas: a *paisagem*, onde estão pressões globais como a crise climática; o *regime*, que representa as práticas consolidadas do transporte público baseado em combustíveis fósseis; e os *nichos*, espaços de experi-

mentação em que tecnologias como os ônibus elétricos a bateria emergem. Nesse quadro, as missões funcionam como pontes: criam as condições para que os nichos cresçam e passem a desafiar o regime estabelecido.

O desafio, portanto, é constituir um ecossistema da transição.

No caso dos ônibus elétricos, as missões não operam como um manifesto tecnológico em defesa da eletrificação em si. Seu propósito não é celebrar a tecnologia, mas demonstrar em que medida ela pode, dentro de um campo de forças marcado por resistências e constrangimentos institucionais, contribuir para a preservação de bens públicos globais.

Essa racionalidade também redefine o que se entende por cooperação internacional. Diferentemente da visão clássica formulada por Axelrod e Keohane (1985), segundo a qual o sistema internacional seria “anárquico” – isto é, formado por Estados soberanos que coexistem sem uma autoridade superior capaz de coordenar suas ações –, as missões para ônibus elétricos a bateria operam segundo outra lógica. O que emerge é uma forma de governança multinível (Hooghe e Marks, 2003; Geels, 2002; 2012), em que decisões são tomadas por redes que cruzam fronteiras e escalas, combinando atores internacionais, nacionais e locais. Competências se sobrepõem, papéis se misturam e os resultados dependem de negociações contínuas, mais próximas de um ecossistema em movimento do que de uma estrutura hierárquica.

Esse arranjo cria múltiplos centros de autoridade. No plano internacional, estão agências bi e multilaterais, organizações de cooperação, fundações filantrópicas e, especialmente, governos do Norte Global. No plano nacional, países do Sul Global formulam estratégias e regulações. E, no nível local, são as cidades que vivem a operação cotidiana dos transportes e testam, na prática, se a transição funciona. Mais que isso: são elas que regulam e fazem a mudança acontecer – ora alterando contratos e explorando a agenda da sustentabilidade também como recurso de projeção política e de imagem, ora alinhando-se a diretrizes nacionais que indicam como devem agir. É nesse ponto que se pode dialogar com o conceito de governança em rede, no clássico artigo *The New Governance: Governing without Government* do cientista político britânico Rodger Rhodes (1996): o Estado e seus entes não atuam sozinhos,

mas como parte de um tecido interdependente de atores.

Como resume a Agência Alemã de Cooperação International (GIZ), uma das instituições mais emblemáticas dessa lógica baseada no *princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas*, a articulação das missões se organiza em cinco dimensões: (1) definição de estratégias conjuntas para alcançar objetivos negociados; (2) construção de confiança, negociação de formas adequadas de colaboração e esclarecimento de papéis; (3) organização de competências para decisões compartilhadas; (4) estabelecimento ou adaptação de métodos eficazes para a entrega de resultados; e (5) criação de um ambiente favorável à inovação e ao fortalecimento da capacidade de aprendizagem coletiva (GIZ, 2015, p. 1).

2.1 Como as missões são financiadas?

As missões para ônibus elétricos a bateria orbitam em torno dos fluxos de *financiamento climático*. Trata-se do conjunto de recursos (públicos, privados ou híbridos) mobilizados para apoiar ações de mitigação de emissões e adaptação aos impactos das mudanças climáticas, sobretudo em países e setores mais vulneráveis (Instituto Ethos; WWF, 2017; Pinto, Vargas, Gurgel et al., 2023). No caso do financiamento voltado às missões de ônibus elétricos, os recursos não se traduzem apenas em repasses monetários, mas em entregas concretas: custeio de equipes especializadas para elaborar estudos de viabilidade, coordenar processos técnicos e oferecer mentoria direta à gestão pública. Em outras palavras, o financiamento materializa-se como transferência de conhecimento, metodologias e capacidades institucionais – insumos imateriais, porém indispensáveis, para que cidades e países possam estruturar políticas em maior escala e com maior grau de legitimidade.

Entre 2021 e 2022, os fluxos médios anuais de financiamento climático – considerando o portfólio de programas e projetos e não apenas os voltados à eletromobilidade – alcançaram quase 1,3 trilhão de dólares, praticamente o dobro do registrado em 2019 e 2020. O salto deveu-se, em grande parte, a um acréscimo de 439 bilhões de dólares destinados a ações de mitigação, além de cerca de 173 bilhões de dólares decorrentes de melhorias

metodológicas de rastreio dessas redes e da inclusão de novas fontes de dados. Sem esses ajustes na forma de mensuração, o volume efetivo teria ficado próximo a 1,1 trilhão de dólares (Climate Policy Initiative, 2023).

Ainda assim, o descompasso entre o que se mobiliza e o que se precisa permanece gritante. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) estima que só os países em desenvolvimento necessitarão de 127 bilhões de dólares por ano até 2030 e 295 bilhões de dólares anuais até 2050 apenas para adaptação. Os obstáculos não param aí. Muitos países do Sul Global esbarram em barreiras técnicas e institucionais para acessar os fundos disponíveis; mecanismos frágeis de monitoramento reduzem a transparência; e as disputas políticas em torno da distribuição de custos e responsabilidades travam avanços. Soma-se a isso a dificuldade de atrair capital privado, ainda reticente diante da percepção de risco ou da baixa atratividade econômica dos projetos climáticos (Boehm e Schumer, 2023).

Portanto, o financiamento climático internacional é sustentado por uma diversidade de atores que mobilizam recursos, cada qual com interesses, instrumentos e capacidades distintas. Esses atores podem ser agrupados em quatro grandes categorias não exaustivas: governos nacionais, instituições multilaterais e bilaterais, setor privado e fundações filantrópicas.

Governos nacionais dos países do Norte Global figuram entre os principais financiadores, canalizando recursos por meio de seus orçamentos públicos. A Noruega, por exemplo, mantém a *International Climate and Forest Initiative* (ICFI), voltada ao combate ao desmatamento. Por meio dela, o Brasil recebeu em 2024 um aporte de 60 milhões de dólares para o Fundo Amazônia – regulado pelo Decreto nº 6.527/2008 – como reconhecimento pela redução de 31% no desmatamento registrada em 2023¹. A Alemanha também se destaca: em 2023, o Ministério Federal da Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ) destinou aproximadamente 4,4 bilhões de euros em financiamento climático bilateral, abrangendo projetos de adaptação e mitigação

¹ Agência Gov, *Fundo Amazônia tem nova doação de US\$ 60 milhões da Noruega*, 17 nov. 2024. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202411/fundo-amazonia-tem-nova-doacao-de-us-60-milhoes-da-noruega>. Acesso em dez. 2024.

em áreas como proteção de biomas, transporte sustentável e transição energética².

As instituições multilaterais reúnem diversos países em arranjos coletivos de governança. A Organização das Nações Unidas desempenha papel central, por meio de fundos específicos como o *Global Environment Facility* (GEF) e o *Green Climate Fund* (GCF), que financiam projetos implementados por agências acreditadas (PNUD, UNEP, FAO, entre outras). Além delas, o Banco Mundial, embora independente do sistema ONU, figura como uma das principais instituições multilaterais de financiamento ao desenvolvimento. Suas operações – via Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), Associação Internacional de Desenvolvimento (IDA), Corporação Financeira Internacional (IFC), Agência Multilateral de Garantia de Investimentos (MIGA) e Centro Internacional para Arbitragem de Disputas sobre Investimentos (ICSID) – incluem desde crédito a governos até garantias e investimentos diretos em infraestrutura sustentável.

As agências bilaterais de cooperação operam com base em acordos entre dois países, alinhando a ajuda ao desenvolvimento com as agendas de política externa de seus governos. Entre os exemplos mais relevantes estão a GIZ e o KfW (Alemanha), a USAID (Estados Unidos), a AFD (França), a JICA (Japão) e o FCDO/BII (Reino Unido). Essas instituições combinam assistência técnica e financiamento para projetos de infraestrutura, inovação tecnológica e governança sustentável em países do Sul Global.

O setor privado tem ampliado sua presença como financiador da transição climática. Um exemplo é o *The Climate Pledge Fund*, que tem como um dos parceiros a gigante do comércio eletrônico Amazon. O fundo foi criado em 2020 com um aporte inicial de 2 bilhões de dólares³, voltado a empresas capazes

² Overview of German international climate finance 2023: The German climate commitment in figures. 2023. Disponível em: <https://www.bmz.de/resource/blob/266356/giz-bmz-broschuere-klimafinanzierungszahlen-2023-en-07-final-pdf.pdf>. Acesso em: set. 2025.

³ Amazon's Climate Pledge Fund adds investments in startups focused on e-waste, carbon storage, and lower-carbon buildings. 9 out. 2024. Disponível em: <https://www.aboutamazon.com/news/sustainability/amazon-climate-pledge-fund-investments-molg-paebble-14trees?utm>. Acesso em: nov. 2024.

de desenvolver tecnologias de descarbonização e alinhar-se a critérios ESG – sigla em inglês para *Environmental, Social and Governance*, que reúne práticas ambientais, sociais e de governança adotadas por empresas para medir seu impacto e sustentabilidade. A iniciativa vai além do investimento: articula parcerias com governos para estimular políticas públicas que criem sinergia entre inovação empresarial e regulação climática. Esses aportes refletem tanto a pressão regulatória quanto a crescente demanda de consumidores e investidores por práticas vinculadas ao ESG.

Por fim, as fundações filantrópicas têm se consolidado como atores-chave, não apenas pelo volume de recursos, mas pela variedade de portfólio de suas estratégias. A Bloomberg Philanthropies destinou em 2023 cerca de 3 bilhões de dólares a iniciativas em mais de 700 cidades de 150 países⁴, muitas delas ligadas à mobilidade sustentável. A ClimateWorks Foundation, criada em 2008, já aportou mais de 1,8 bilhão de dólares a mais de 2.800 projetos distribuídos para 850 organizações pelo mundo⁵. A IKEA Foundation acumula mais de 2 bilhões de euros em doações voltadas à energia renovável e resiliência climática em países de baixa renda⁶. Já a Novo Nordisk Foundation (vinculada à farmacêutica conhecida mundialmente pelas canetas de emagrecimento) destinou, apenas em 2023, 9,1 bilhões de coroas dinamarquesas (cerca de 1,33 bilhão de dólares) a projetos científicos e socioambientais com foco crescente em saúde planetária⁷.

⁴ *Leading Philanthropies Commit \$51.7 Million to Accelerate the Creation of Marine Protected Areas in the High Seas*. 28 out. 2024. Disponível em: <https://www.bloomberg.org/press/leading-philanthropies-commit-51-7-million-to-accelerate-the-creation-of-marine-protected-areas-in-the-high-seas>. Acesso em: nov. 2024.

⁵ Essa informação aparece na *frontpage* do website da organização. Disponível em: <https://www.climateworks.org/grants-database/>. Acesso em mai. 2024.

⁶ Essa informação aparece como *headline* no website da fundação. Disponível em: <https://ikeafoundation.org/pt/>. Acesso em: jul. 2024.

⁷ *Novo Nordisk Foundation awarded more than DKK 9.1 billion for purposes benefitting society in 2023*. 6 mar. 2024. Disponível em: <https://novonordiskfonden.dk/en/news/novo-nordisk-foundation-awarded-more-than-dkk-9-1-billion-for-purposes-benefitting-society-in-2023/>. Acesso em: nov. 2024.

2.2 Como as missões são operacionalizadas?

As missões voltadas aos ônibus elétricos a bateria operam por meio de um circuito que conecta agências doadoras, implementadoras e agentes executores. Os recursos fluem das primeiras para as segundas, responsáveis por coordenar sua aplicação nos países receptores em estreita articulação com governos, organizações do terceiro setor, consultorias privadas, centros de pesquisa e academia. Esse arranjo se organiza em torno de dois eixos centrais:

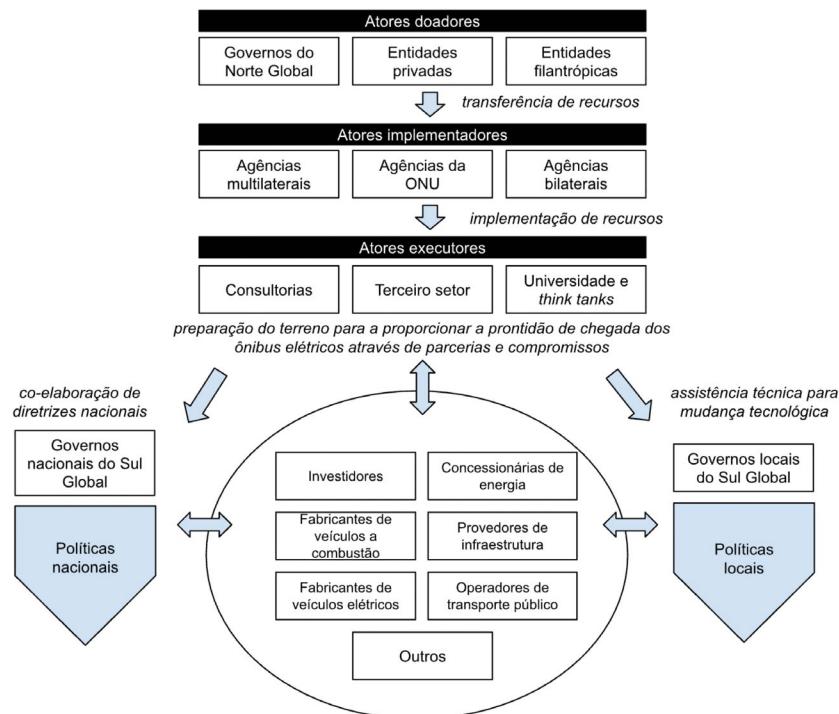
- (i) apoiar a definição de agendas nacionais de política pública, criando um ambiente favorável à eletromobilidade como via estratégica de descarbonização, influenciando assim a tomada de decisão em nível local; e
- (ii) impulsionar a transição tecnológica em nível local, viabilizando projetos-piloto com ônibus elétricos a bateria, estudos capazes de produzir evidências para orientar políticas mais robustas e escaláveis, além do *advocacy* por compromissos políticos formais.

Na prática, cada missão tende a se concentrar em apenas um desses eixos: ou atua no desenho e na difusão de agendas nacionais de política, ou mergulha na experimentação local e na implementação de pilotos. Raramente uma mesma iniciativa combina os dois campos de forma plena, ainda que os resultados de um nível acabem por repercutir e alimentar o outro.

A Figura 2.1 apresenta um esquema teórico e não exaustivo dos fluxos de coordenação e implementação das missões internacionais voltadas aos ônibus elétricos a bateria. O objetivo não é traçar um roteiro rígido, mas oferecer uma representação simplificada das interações mais recorrentes entre doadores, implementadores e executores. Importa destacar que, na prática, há uma sobreposição de papéis entre as esferas da implementação e da execução, a depender do tipo de missão e do desenho específico de cada projeto. Assim, uma mesma instituição pode figurar em diferentes etapas do processo, seja articulando recursos, seja atuando diretamente na execução de atividades em campo.

Para fins desse esquema, contudo, optou-se por representar as categorias de atores de forma estanque em cada nível, de modo a facilitar a leitura e a compreensão analítica do quadro⁸.

Figura 2.1: Fluxos de coordenação e implementação em missões de cooperação internacional para ônibus elétricos a bateria na América Latina.



Fonte: Elaborado pelo autor.

⁸ Na Figura 2.1, a distinção entre “agências da ONU” e “agências multilaterais” no esquema tem por objetivo evidenciar diferenças de natureza institucional e de governança. Embora ambas operem em regime multilateral – isto é, sejam compostas por múltiplos Estados soberanos –, as agências da ONU integram formalmente o Sistema das Nações Unidas, submetendo-se às deliberações da Assembleia Geral e aos princípios da Carta das Nações Unidas. Já as agências multilaterais compreendem organismos autônomos de cooperação internacional, como bancos de desenvolvimento e fundos regionais, que mantêm estrutura própria de governança e financiamento. Enquanto as primeiras atuam predominantemente por meio de programas e assistência técnica, as segundas mobilizam instrumentos financeiros e de crédito voltados à implementação de políticas e investimentos.

Entre 2018 e 2025, nove países latino-americanos publicaram estratégias nacionais de eletromobilidade – Chile, Costa Rica, Colômbia, Panamá, República Dominicana, Equador, Paraguai, Guatemala e México – com metas específicas para o transporte público. Essas estratégias podem ser tratadas como agendas de política pública, pois cumprem um duplo papel. De um lado, consolidam o “alvo” da política, resultado da ação de múltiplos agentes – avaliações de mérito, ensaios de custo, simulações de impacto e o consenso de “arena” entre redes de política que se organizaram entre o “a favor” e o “contra”, como conceituam Ana Cláudia Capella (2018) e Álvaro Chrispino (2022) sobre a natureza da agenda governamental. De outro, estabelecem metas, prazos e trajetórias, operando como instrumentos de orientação estratégica que reduzem incertezas, sinalizam alinhamento institucional e indicam a rota a ser percorrida para viabilizar a transição.

O exame das fichas catalográficas e dos anexos técnicos desses documentos permitiu identificar quem efetivamente participou de sua elaboração, revelando as redes de política que os sustentaram. Em outras palavras, não se trata apenas de analisar o que os documentos dizem, mas de reconhecer os atores que lhes deram forma e legitimidade. Com exceção do Chile, organizações internacionais estiveram diretamente envolvidas na formulação dessas estratégias, confirmando o papel das missões internacionais como empreendedoras de política (Kingdon, 2014). Essa atuação se traduziu na criação de grupos de trabalho interministeriais e na disseminação de metodologias que orientaram tanto o desenho estratégico quanto a arquitetura institucional dos planos nacionais (Bastos, 2025; Consoni *et al.*, 2025) (Quadro 2.1).

Quadro 2.1: Estratégias nacionais de eletromobilidade na América Latina (2018–2025).

País	Política	Instrumento associado	Ano	Áreas de governo envolvidas	Apoio internacional	Metas para o transporte público
Chile	Estratégia Nacional de Eletromobilidade	Autoridade (Lei 21.505)	2021	Ministério de Energia; Ministério de Transportes	–	2035: 100% das vendas de novos veículos (incluindo ônibus) e 100% da frota de transporte público urbano até 2040
Costa Rica	Plano Nacional de Transporte Elétrico	Autoridade (Lei 9.518/2018)	2018	Ministério de Meio Ambiente e Energia; Ministério de Obras Públicas e Transportes	BID, PNUD, GIZ	2030: 70% da frota de transporte público elétrica; 2050: meta de descarbonização total
Colômbia	Estratégia Nacional de Mobilidade Elétrica (ENME)	Autoridade (Lei 1.964/2019)	2019	Ministério de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável	ONU, EUROCLIMA+	Novas aquisições: 10% até 2025, 60% até 2030, 100% até 2035
Panamá	Estratégia Nacional de Mobilidade Elétrica (ENME) – 2019	Autoridade (Lei 295/2022)	2019 / 2022	Ministério de Meio Ambiente; Secretaria Nacional de Energia	ONU, EUROCLIMA+	Frota de ônibus elétricos: 15–35% até 2030
República Dominicana	Plano Estratégico Nacional de Mobilidade Elétrica	Nodalidade	2020	Instituto Nacional de Trânsito e Transporte Terrestre (INTRANT)	BID	2030: 30% da frota de transporte público elétrica
Equador	Estratégia Nacional de Eletromobilidade (ENEM)	Nodalidade	2021	MTOP; Ministério de Obras Públicas	BID	2030: 30% da frota de transporte público elétrica
Paraguai	Estratégia Nacional de Mobilidade Elétrica	Autoridade (Lei 6.925/2022)	2022	Secretaria Técnica de Planejamento	PNUMA, BID	2030: 10–20% da frota de ônibus públicos elétrica
Guatemala	Estratégia Nacional	Autoridade (Decreto 40-2022)	2022	Ministério de Meio Ambiente e Recursos Naturais (MARN)	PNUMA	Sem meta clara específica para ônibus; decreto define incentivos gerais
México	Estratégia Nacional de Mobilidade Elétrica (Acordo 2023)	Nodalidade	2023	Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMARNAT)	EUROCLIMA+, GIZ, BMZ, IKI	Estados definem suas próprias metas – não há objetivo nacional único

Fonte: *Gobierno de Chile* (2021); *Costa Rica* (2018); *Gobierno de Colombia* (2019); *Panamá* (2019); *República Dominicana* (2020); *Ecuador* (2021); *Paraguai* (2022); *Guatemala* (2022); *México* (2023). Planos compilados em *Bastos* (2025) e *Consoni et al.* (2025).

É importante frisar: não se trata de planos restritos ao transporte público, ainda que este seja um setor-chave. São estratégias nacionais do tipo “guarda-chuva”, que desenham o horizonte da eletrificação em diferentes frentes: transporte público, sim, mas também transporte de carga, transporte individual, infraestrutura energética e industrialização. Buscam projetar um ecossistema robusto e sinérgico, capaz de integrar modos de transporte, atores institucionais e setores produtivos em torno de um mesmo objetivo. A depender do país, a configuração ministerial responsável por liderar o processo varia: em alguns casos, a ênfase recai sobre pastas ligadas ao meio ambiente; em outros, sobre transporte, indústria, energia ou desenvolvimento econômico. Essa diversidade de arranjos institucionais revela diferentes caminhos de enquadramento político e estratégico para a eletromobilidade.

Nesse ponto, a tipologia de instrumentos de política pública de Christopher Hood (1983) volta a oferecer um enquadramento útil. Hood identifica quatro grandes recursos à disposição dos governos: (i) autoridade (a capacidade de legislar e regular), (ii) tesouro (*treasure*), isto é, o uso de recursos financeiros para promover incentivos ou desincentivos, (iii) organização (*organization*), a capacidade administrativa do Estado, e (iv) nodalidade (*nodality*), a posição estratégica do Estado como nó central em redes de informação.

As estratégias de eletromobilidade na América Latina transitam principalmente entre a autoridade – quando formalizadas por decretos, resoluções ou leis, com diferentes graus de força vinculante – e a nodalidade, ao difundir informações, metodologias e orientações que ajudam a reduzir incertezas e legitimar compromissos perante atores públicos e privados. Embora esta pesquisa não tenha avaliado a efetividade ou o grau de implementação dessas agendas, sua formalização jurídica via autoridade reforça credibilidade e, em muitos países, legitima compromissos climáticos de médio e longo prazo.

Na região, vale destacar que, até meados de 2025, o Brasil ainda não possuía uma estratégia nacional de eletromobilidade. Um exemplo ilustrativo desse estágio incipiente é o Projeto de Lei nº 2156/2021, que propunha instituir a Política Nacional de

Mobilidade Elétrica, mas que segue em tramitação no Congresso Nacional sem avanços concretos.

Além disso, o país recebeu apoio da cooperação internacional para a elaboração de uma agenda de caráter mais setorial e temático, voltada a *supply-side policies* – isto é, medidas regulatórias orientadas à ampliação da oferta de veículos elétricos no mercado, com foco em ônibus, dada a maior previsibilidade de demanda por parte das cidades compradoras. Esse apoio veio da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), por meio do Programa Cidades Inclusivas, Sustentáveis e Inteligentes (CISI) – desenvolvido em parceria com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC) e com o apoio do Ministério Federal Alemão de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ), via GIZ. Em 2024, esse arranjo resultou no lançamento de uma agenda nacional para a promoção de ônibus elétricos a bateria como catalisadora de desenvolvimento industrial e de inovação no setor de transportes (Barassa, 2024).

Essa ênfase respondia a um impasse recorrente: de um lado, cidades argumentavam que a baixa oferta de ônibus elétricos era um obstáculo para avançar em seus planos de eletrificação; de outro, a indústria alegava que a baixa demanda justificava a lentidão em expandir a produção. Nesse sentido, a proposta de uma agenda brasileira buscou intervir nesse descompasso, apostando que fortalecer a oferta poderia reduzir incertezas, estimular a indústria e, gradualmente, criar condições para que a demanda das cidades se transformasse em compromissos concretos de aquisição (idem).

Além disso, entre 2022 e 2023, o Brasil publicou dois instrumentos do tipo nodalidade que, embora não constituam uma estratégia nacional, foram concebidos como guias práticos de “como fazer” para orientar os municípios na transição para a eletromobilidade no transporte público por ônibus. O primeiro foi desenvolvido em parceria entre o então Ministério do Desenvolvimento Regional e o Banco Mundial, e o segundo foi elaborado conjuntamente pelo mesmo ministério e pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) (MDR e BID, 2022; MDR e Banco Mundial, 2023).

No nível local, as missões atuam como indutoras da transição tecnológica, em estreita coordenação com autoridades de transporte público e operadores. Seu repertório de estratégias busca enfrentar os desafios concretos de introduzir ônibus elétricos a bateria em sistemas historicamente apoiados na confiabilidade operacional e financeira das frotas a combustão. Um exemplo ilustrativo é o estudo *Pipeline of Electric Bus Projects in Latin America: An Overview of 32 Cities* [Carteira de Projetos de Ônibus Elétricos na América Latina: panorama de 32 cidades], publicado pela rede internacional C40 Cities em outubro de 2023. O relatório identifica cinco elementos centrais que permitem avaliar em que medida uma cidade está preparada para a adoção da tecnologia. Esses mesmos pontos, porém, não devem ser vistos apenas como indicadores: são também os objetivos de trabalho das missões na escala local, que se mobilizam precisamente para criar as condições necessárias à sua concretização. São eles:

- (1) realização de testes-piloto**, que validam a tecnologia em condições reais de operação e geram evidências sobre desempenho, custos e impactos ambientais;
- (2) desenvolvimento de soluções para infraestrutura de recarga**, reduzindo incertezas sobre disponibilidade, localização e modelos de gestão dessa nova rede energética;
- (3) condução de estudos de viabilidade financeira**, com modelagens de negócio capazes de equilibrar preocupações de operadores e financiadores quanto ao custo total de propriedade e ao retorno do investimento;
- (4) apoio à formulação de marcos regulatórios**, alinhando regras de concessão, padrões técnicos e instrumentos de contratação pública às exigências da eletromobilidade; e
- (5) mobilização de apoio político**, sobretudo por meio da definição de metas institucionais e compromissos formais – condição fundamental para garantir continuidade e legitimidade em políticas de descarbonização da mobilidade urbana ao longo de diferentes administrações municipais.

O próximo item aprofunda essa discussão ao examinar, de maneira ilustrativa, a operacionalização de duas iniciativas emblemáticas de missões na escala local: a Aliança Zero Emission Bus Rapid Deployment Accelerator (ZEBRA, ou Aceleradora para Implementação Rápida de Ônibus de Emissão Zero) e a TUMI E-Bus Mission (Missão TUMI para Ônibus Elétricos). Ambas oferecem exemplos concretos de como os princípios aqui descritos se traduzem em apoio técnico a viabilizar a eletromobilidade em concretude em diversas cidades latino-americanas.

2.3 Estudo de casos: Aliança ZEBRA e TUMI E-bus Mission

Entre 2019 e 2025, a Aliança ZEBRA e a TUMI E-Bus Mission se consolidaram como plataformas de governança multinível voltadas a acelerar a incorporação de ônibus elétricos a bateria em sistemas de transporte público do Sul Global por meio da mobilização de financiamento, da oferta de assistência técnica especializada, da transferência de conhecimento e da coordenação entre atores internacionais, nacionais e locais.

A implementação dessas duas iniciativas se dá por meio de convênios firmados com autoridades de transporte público que, ao receberem apoio técnico e institucional, assumem a contrapartida de engajar-se ativamente na agenda de eletrificação. Isso significa estabelecer metas e horizontes claros, capazes de oferecer previsibilidade e, ao mesmo tempo, permitir que as missões operem com cenários de impacto bem definidos. Importa ressaltar que os atores envolvidos nessas iniciativas não se distribuem de maneira rigidamente separada, mas muitas vezes se sobrepõem em ambos os programas. Embora financiadas por fluxos distintos, suas trajetórias guardam semelhanças, uma vez que interagem com as mesmas redes de política, criando oportunidades de sinergia entre atores que podem assumir diferentes papéis em cada missão (Quadro 2.2).

Quadro 2.2: Principais características: TUMI E-Bus Mission e Aliança ZEBRA.

Detalhes	TUMI E-Bus Mission	Aliança ZEBRA
Objetivos iniciais	Apoiar a licitação de pelo menos 100 mil ônibus elétricos a bateria em cidades de todo o mundo até 2030.	Garantir compromissos para a aquisição de pelo menos 3.600 ônibus elétricos a bateria na região.
Período	2021-2025	2019-atual
Agentes doadores	Ministério Federal Alemão de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ)	Diversas organizações filantrópicas, incluindo P4G (Partnership for Green Growth and the Global Goals 2030), ClimateWorks Foundation e Instituto Clima e Sociedade.
Agentes implementadores	Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ)	C40 Cities e ICCT (International Council on Clean Transportation), com apoio adicional do Centro Mario Molina-Chile, GGGI (Global Green Growth Institute) e Clean Energy Works.
Agentes executores	WRI (World Resources Institute), ITDP (Institute for Transportation and Development Policy), UITP (International Association of Public Transport), ICLEI (Local Governments for Sustainability), C40 Cities e ICCT (International Council on Clean Transportation, por um breve período inicial).	
Abrangência	América Latina, África e Ásia	América Latina, África e Índia
Cidades principais atendidas na América Latina	Brasil: Campinas, Curitiba, Rio de Janeiro, Salvador, São Paulo. México: Cidade do México, Guadalajara, Monterrey. Colômbia: Barranquilla, Bogotá, Valledupar.	Brasil: São Paulo. México: Cidade do México Colômbia: Medellín e Bogotá Chile: Santiago.

Fonte: Zero Emission Bus Rapid-deployment Accelerator (ZEBRA) Partnership; TUMI E-Bus Mission.

A Aliança ZEBRA é implementada pela C40 Cities, organização do terceiro setor, sem fins lucrativos, que representa diplomáticamente as prefeituras que integram sua rede, em parceria com o International Council on Clean Transportation (ICCT), organização de pesquisa independente reconhecida por seu rigor técnico em estudos sobre transporte limpo e eficiência veicular. Mais do que uma simples associação, a C40 funciona como um braço político das cidades: mobiliza mão de obra externa às administrações locais, capta recursos em seu nome e as posiciona

no tabuleiro global da ação climática. Seu capital político é elevado justamente porque está diretamente ligado aos prefeitos – e permanecer na rede exige contrapartida: os prefeitos devem comprometer-se publicamente e continuamente e avançar na implementação das ações acordadas por meio de padrões de liderança definidos pela rede.

O financiamento da Aliança ZEBRA nasce de uma constelação de fundações filantrópicas. Começou com aportes financeiros da P4G (Partnership for Green Growth and the Global Goals 2030) e, após o fim de um ciclo, passou a receber recursos da ClimateWorks Foundation, além do apoio adicional de instituições como o Centro Mario Molina–Chile, a Clean Energy Works e o Global Green Growth Institute (GGGI). Mais recentemente, a Aliança ZEBRA também expandiu para África e Índia, recebendo nesse último país recursos da Shakti Foundation. Mas esse fluxo não é linear nem homogêneo: a intensidade e a continuidade dos aportes variam com o tempo, refletindo o caráter dinâmico do financiamento climático e a própria lógica mutável da cooperação internacional.

Com escopo regional, a Aliança ZEBRA iniciou suas ações concentrando esforços em quatro cidades-chave – São Paulo, Cidade do México, Medellín e Santiago, às quais Bogotá se somaria posteriormente. Sua primeira meta foi ambiciosa: viabilizar compromissos concretos para a aquisição de mais de 3.600 ônibus elétricos a bateria nas principais capitais latino-americanas. Paralelamente, a articulação com instituições financeiras buscou mobilizar cerca de 1 bilhão de dólares em investimentos voltados à descarbonização do transporte público por meio da eletrificação. Com o amadurecimento da agenda e a consolidação de novas parcerias, a Aliança expandiu seu horizonte: apoiar a implantação de mais de 6.000 ônibus elétricos em grandes cidades da região, fortalecendo políticas públicas, modelos de negócio e instrumentos financeiros inovadores capazes de sustentar essa transição em escala latino-americana.

A estratégia do programa foi desenhada em quatro eixos:

- **Cidades:** garantir compromissos políticos ambiciosos, traduzidos em planos de implementação em larga escala e modelos de negócio inovadores;

- **Indústria de ônibus:** ampliar a oferta tecnológica por meio do engajamento de fabricantes, assegurando veículos disponíveis para responder à demanda criada pelas cidades;
- **Instituições financeiras:** mobilizar investidores internacionais e desenvolver mecanismos de financiamento adaptados ao contexto latino-americano;
- **Conhecimento:** difundir boas práticas entre cidades pioneras, promover grupos de trabalho e eventos e oferecer capacitação a operadores locais.

Entre as contribuições concretas da Aliança ZEBRA estiveram os testes-piloto de ônibus elétricos realizados em Medellín, Santiago, Cidade do México e São Paulo. Essa lógica de contrapartida foi decisiva: as empresas disponibilizavam veículos sem custo inicial para as cidades e, em troca, obtinham um espaço privilegiado de visibilidade e aprendizado. Além da exposição de suas marcas em contextos de alta repercussão política e midiática, os fabricantes e as cidades puderam acessar dados operacionais em condições reais, ajustar tecnologias às especificidades locais e construir reputação como parceiros estratégicos da transição.

O papel da Aliança ZEBRA foi justamente articular esses atores e transformar a experiência em conhecimento acionável. Mais do que facilitar a chegada dos veículos, a iniciativa apoiou as cidades na coleta, processamento e interpretação dos dados, traduzindo informações brutas em evidências capazes de subsidiar decisões políticas e regulatórias. Assim, os pilotos não foram apenas ensaios técnicos: tornaram-se insumos estratégicos para estruturar licitações, calibrar requisitos regulatórios e reduzir incertezas sobre custos e desempenho.

Nesse processo, as cidades puderam enxergar seus sistemas de transporte sob uma nova lente. Cada quilômetro rodado com apoio da Aliança ZEBRA revelou dimensões críticas da infraestrutura: a demanda energética necessária, a eficiência dos sistemas de telemetria (monitoramento remoto em tempo real do desempenho dos veículos, como consumo, velocidade e estado das baterias) e as estratégias de recarga que precisariam ser

desenhadas. Dessa forma, os testes funcionaram como verdadeiros laboratórios urbanos, nos quais o futuro da mobilidade se deixou ensaiar em tempo real, preparando o terreno institucional, técnico e político para uma transição de maior escala.

Além dos pilotos, a Aliança ZEBRA produziu uma gama diversa de entregas voltadas à capacitação institucional, seja por meio da contratação de consultorias, seja com expertise técnica mobilizada dentro da própria iniciativa. Foram desenvolvidas metodologias para selecionar rotas mais adequadas à eletrificação; pesquisas sobre custo total de propriedade, valor residual e segundo uso das baterias; memos técnicos sobre riscos de incêndio e degradação de componentes; além de um estudo comparativo de modelos de financiamento de dívida para a América Latina. O programa também sistematizou referências sobre modelos de negócio inovadores e, em 2019, apoiou a estruturação de licitações em Santiago, traduzindo o aprendizado em práticas institucionais.

Esse conjunto de produtos técnicos não foi produzido em abstrato. Cada entrega respondia a gargalos concretos enfrentados por cidades e operadores: dúvidas sobre viabilidade econômica, riscos tecnológicos, desenho de contratos ou adequação regulatória. Ao mesmo tempo, reforçava o caráter da Aliança ZEBRA como uma verdadeira plataforma de conhecimento – um espaço onde a experiência prática se transformava em evidência, e a evidência, em estratégia compartilhada⁹.

Outro legado foi a cocriação da plataforma E-BusRadar.org – em parceria com a Danmarks Tekniske Universitet (Universidade Técnica da Dinamarca), o Laboratório de Mobilidade Sustentável (LABMOB) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e financiada pelo Instituto Clima e Sociedade. O E-Bus Radar se tornou referência regional ao abrir dados públicos sobre evolução das frotas elétricas, participação de fabricantes e modelos adotados no mercado latino-americano, além de ser um repositório de publicações. A partir de outubro de 2025, expandiu sua cobertura para a África e passou a contar com recursos do Banco

⁹ Para maiores informações, consultar o portfólio de produtos de conhecimento da Aliança ZEBRA. Disponível em: <https://ebusradar.org/publicaciones/>. Acesso em out. 2025.

Mundial, da Drive Electric Campaign e de Frost & Sullivan.

Na implementação concreta, os resultados também foram expressivos: mais de 900 ônibus elétricos “convencionais” em Santiago, 60 ônibus elétricos articulados na Cidade do México (P4G, 2025), instrumentos financeiros em Medellín que permitiram a entrada de pequenos operadores e, em São Paulo, uma contribuição decisiva para medidas estruturais como a proibição da compra de novos ônibus a diesel (C40 Cities, 2022).

Por fim, a Aliança ZEBRA também consolidou pontes entre a indústria e o setor financeiro. Em 2021, em seu terceiro ano de atuação, a iniciativa já havia obtido o compromisso de 14 fabricantes de assegurar a oferta de ônibus elétricos a bateria na região. No mesmo período, durante a COP26, foi anunciada uma coalizão internacional de investidores com a identificação de oportunidades de investimento de 1 bilhão de dólares em projetos de eletrificação de frotas na América Latina (C40 Cities, 2021). Esses movimentos de alinhamento industrial e financeiro ajudaram a reduzir incertezas, fortaleceram a confiança dos diferentes atores envolvidos e criaram as condições para que a iniciativa pudesse sustentar resultados concretos nos anos seguintes.

A partir de 2024, a estratégia da Aliança ZEBRA se ampliou para além do apoio sob medida às cidades pioneiras, alcançando também a esfera nacional no Brasil. Em articulação com o Ministério das Cidades – por meio da Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana (SEMOB) – e com a Frente Nacional de Prefeitas e Prefeitos (FNP), a iniciativa passou a promover ciclos de capacitação voltados ao fortalecimento das capacidades técnicas e institucionais de gestores municipais de mobilidade urbana. O objetivo foi transformar as lições acumuladas nos anos anteriores em instrumentos de aprendizado coletivo, preparando um grupo maior de cidades para estruturar projetos de eletromobilidade e assegurar maior maturidade e eficiência na implementação de programas federais, como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) Renovação de Frota.

Figura 2.2: Exercício das atividades apoiadas pela TUMI E-Bus Mission e pela Aliança ZEBRA na região.



De cima para baixo: (1) Sessão de treinamento em Salvador, conduzida pelo WRI Brasil no âmbito da TUMI E-Bus Mission (WRI Brasil, 2024); (2) Ônibus elétrico a bateria em teste-piloto em Medellín, iniciativa apoiada pela Aliança ZEBRA (P4G Partnerships); (3) Cerimônia de abertura da TUMI E-Bus Mission em Leipzig em 2022 (TUMI E-bus Mission); (4) Workshop realizado na Cidade do México sobre novos modelos de negócio, promovido pela Aliança ZEBRA e TUMI E-Bus Mission (Pedro Bastos, 2023); (5) Diretor-Geral do Metrobús da Cidade do México fala na abertura de um workshop sobre a transição energética do sistema BRT da capital (Pedro Bastos, 2023).

Por sua vez, a TUMI E-Bus Mission, coordenada pela rede *Transformative Urban Mobility Initiative* (TUMI, ou Iniciativa de Transformação da Mobilidade Urbana), foi lançada em 2019 com

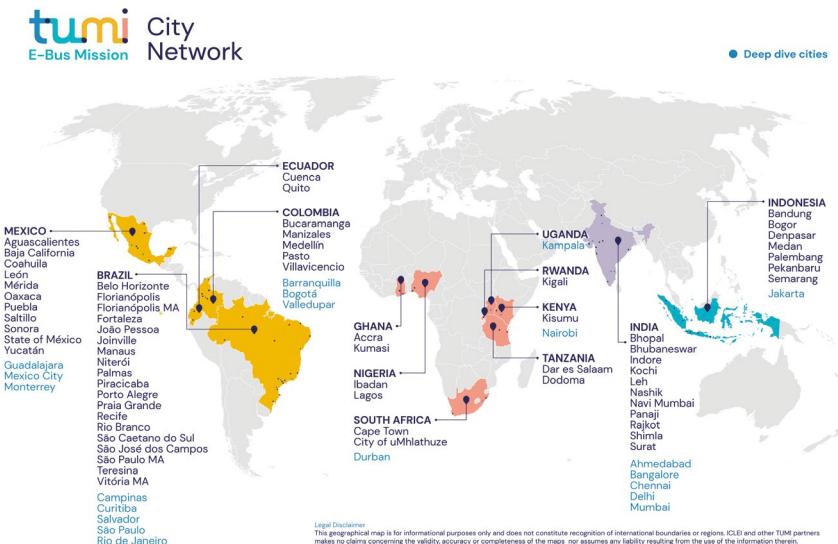
execução prevista até 2025. O programa foi financiado pelo Ministério Federal Alemão de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ) e implementado pela Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ), principal órgão de cooperação técnica da Alemanha, especializado em apoiar o desenvolvimento sustentável. A missão foi executada em parceria com organizações de reconhecida expertise: o World Resources Institute (WRI), centro global de pesquisa aplicada em meio ambiente e desenvolvimento, e seus escritórios locais no Brasil, Colômbia e México; o Institute for Transportation and Development Policy (ITDP), referência internacional em advocacia para políticas públicas de mobilidade sustentável, e seus escritórios locais no Brasil e México; a Union Internationale des Transports Publics (UITP), uma das principais associações mundiais de transporte público; o ICLEI – Local Governments for Sustainability, rede global de governos locais voltada à sustentabilidade; a C40 Cities; e, por um breve período inicial, o ICCT.

A TUMI E-Bus Mission se insere em um projeto mais amplo: a rede *Transformative Urban Mobility Initiative*, que desde 2016 já mobilizou mais de 2 bilhões de euros em investimentos em mobilidade urbana sustentável, combinando recursos do BMZ, da GIZ e do banco de desenvolvimento alemão (KfW). Mas aqui, o dinheiro é apenas parte da equação. O verdadeiro valor está na criação de uma plataforma global de cooperação: um espaço onde metodologias circulam, cidades aprendem juntas e novas capacidades institucionais são cultivadas. Assim como a Aliança ZEBRA, trata-se não de um fundo de financiamento e mais de um laboratório vivo para testar caminhos de transição. Sua meta fundadora foi ousada: substituir pelo menos 100 mil ônibus a combustão por elétricos a bateria até 2030, combinando assistência técnica, fortalecimento institucional, apoio financeiro e, sobretudo, os princípios de uma transição justa, inclusiva e atenta às questões de gênero.

O desenho da missão se apoiou em dois grandes eixos. O primeiro foi o “mergulho profundo” em um grupo de 20 cidades – as chamadas *deep-dive cities* –, onde o apoio técnico foi feito sob medida. Nessas cidades, as missões ajudaram a revisar regulações que jamais haviam considerado ônibus elétricos a bateria,

a modelar novas formas de financiamento capazes de diluir riscos, a planejar operações por meio de demonstrações e a pensar a infraestrutura de recarga como um ativo estratégico. O segundo eixo foi a criação de uma rede internacional de aprendizado, que conectou cidades por meio de oficinas, treinamentos, webinars e intercâmbios técnicos – um esforço conduzido sobretudo pelo ICLEI, UITP, GIZ e WRI, que assumiram o protagonismo nessa dimensão específica do programa (Figura 2.3).

Figura 2.3: Rede de cidades apoiada pela TUMI E-bus Mission.



Fonte: ICLEI. "TUMI E-Bus Mission aims to electrify public transit across the Global South", City Talk, June 21, 2022.

As *deep-dive cities* não foram escolhidas ao acaso. Tratava-se de nós estratégicos de transformação, selecionados por sua capacidade institucional, pelos compromissos políticos já assumidos, pelo tamanho de suas frotas e, sobretudo, pelo potencial de irradiar influência sobre outras cidades da região. Nelas, a missão se fez presente de maneira cotidiana: estruturou projetos-piloto, ofereceu apoio técnico contínuo e conferiu visibilidade e legitimidade às iniciativas locais. Já as demais cidades da rede participaram de forma indireta, mas não menos relevante – absorveram ferramentas, metodologias e histórias de sucesso que emergiram desses contextos pioneiros e as

adaptaram às suas próprias realidades (Bastos, 2023; Batista e Bastos, 2023).

Não surpreende, portanto, que a maioria das *deep-dive cities* correspondesse a grandes metrópoles latino-americanas – São Paulo, Rio de Janeiro, Cidade do México, Bogotá, Guadalajara, entre outras. A rede de conhecimento, por sua vez, reunia um mosaico mais heterogêneo: cidades de grande porte, mas sem o status de “globais”, lado a lado com centros médios e pequenos. Todas funcionavam como espaços de recepção e experimentação adaptada, mostrando que a difusão da eletromobilidade não se restringe aos polos mais visíveis, mas pode se enraizar em diferentes escalas urbanas.

A rede apoiada pela missão mostrou forte concentração na América Latina, particularmente no Brasil, no México, na Colômbia e no Equador, refletindo a centralidade da região nas estratégias globais de eletromobilidade. Também se estendeu a países da África (África do Sul, Gana, Quênia, Ruanda, Tanzânia e Uganda) e da Ásia (sobretudo Índia e Indonésia).

No total, mais de 120 cidades foram alcançadas pela rede, cobrindo uma frota de mais de 100 mil veículos e cerca de 1,8 milhão de usuários. Entre 2022 e 2025, com apoio da iniciativa, foram adquiridos 27.833 ônibus elétricos, com expectativa de reduzir aproximadamente 45.320 toneladas de CO₂ em escala global. Nesse período, 10 das 20 *deep-dive cities* conseguiram expandir suas frotas em apenas 18 meses. O programa também resultou na produção de pelo menos 130 produtos de conhecimento, disponibilizados em repositório de acesso aberto, reforçando seu papel como rede de compartilhamento de lições, difusão de boas práticas e promoção de alinhamento político entre países e municípios (TUMI E-Bus Mission, 2025).

Nas cidades latino-americanas *deep-dive*, a TUMI E-Bus Mission estruturou suas operações por meio de um arranjo de governança mais complexo, no qual diferentes organizações assumiram papéis específicos, com graus variados de envolvimento. O WRI e o ITDP lideraram o apoio técnico, embora sua atuação não fosse uniforme em todas as cidades: em alguns casos, como o do Rio de Janeiro, ambas as organizações operaram em conjunto; em outros, apenas uma delas esteve direta-

mente engajada. A C40 Cities assumiu principalmente a frente do engajamento político com prefeitos, enquanto outras instituições desempenharam papéis mais indiretos. Além disso, houve sobreposição com programas já em curso – como a atuação simultânea da Aliança ZEBRA em São Paulo e na Cidade do México –, o que acabou por criar sinergias entre organizações e diversificar a alocação de recursos. Essa convergência institucional resultou, em 2022, na publicação do *Guia do Investidor para Ônibus de Emissão Zero no Brasil*. O relatório foi concebido via TUMI e Aliança ZEBRA com múltiplos propósitos: fornecer a gestores públicos e equipes de transporte coletivo uma visão clara sobre modelos de negócio para implantação de frotas de emissão zero; orientar fabricantes de ônibus interessados em produzir veículos elétricos no país; e, sobretudo, atrair investidores potenciais (tanto de dívida quanto de capital) para viabilizar financeiramente os projetos de eletrificação.

No Brasil, a configuração de apoio sob medida se refletiu em iniciativas como a estruturação e acompanhamento dos pilotos realizados em Curitiba (2022–2023) e no Rio de Janeiro (2021–22), que abriram caminho para debates sobre novos modelos de concessão capazes de incorporar o paradigma da bateria veicular. Em Salvador, a missão apoiou a introdução de oito ônibus elétricos no primeiro corredor de *Bus Rapid Transit* (BRT) da cidade, viabilizou a instalação do primeiro *hub* de recarga público, além de ter promovido oficinas sobre modelagem de negócios e capacitação técnica em todas as cidades apoiadas.

Fora do Brasil, a missão também deixou marcos significativos. Bogotá, por já se encontrar em estágio mais avançado na transição, não demandava apoio direto e intensivo, funcionando antes como uma cidade exportadora de boas práticas para a rede, referência para outras capitais latino-americanas em busca de caminhos para a eletrificação. Ainda assim, recebeu apoios pontuais, como no caso da criação da operadora pública La Rolita, desenvolvida em parceria com outro programa da C40 Cities – o *Climate Action Implementation* (CAI), financiado pelo governo britânico por meio do *Urban Climate Action Programme* (UCAP).

O caso será retomado no próximo capítulo, mas já merece destaque: representou uma inovação institucional ao estatizar e

eletrificar linhas de ônibus consideradas deficitárias, ao mesmo tempo em que avançou tanto na pauta da inclusão de gênero quanto no fortalecimento do impulso público à eletrificação (Bastos, 2023). Em Salvador, a agenda seguiu direção semelhante com o Programa Mulheres no Transporte Público, iniciativa voltada a atrair, capacitar e reter mulheres nas funções operacionais e de liderança do sistema de ônibus, tornando-se referência nacional pela abordagem integrada entre equidade de gênero e transição tecnológica (Salvador, 2024). Em Guadalajara, o mesmo princípio ganhou forma com o programa *Mujeres Conductoras*, que abriu espaço para que mulheres assumissem o volante do transporte público elétrico em um setor historicamente dominado por homens e pela lógica dos ônibus a combustão (De la Torre Ríos e Delgado, 2023).

Em Monterrey, o ITDP atuou na frente financeira, elaborando modelos de negócio e análises de custo total de propriedade (TCO) que viabilizaram a implantação da primeira frota de 110 ônibus elétricos a bateria da cidade. E no México, em fevereiro de 2025, a missão ajudou a organizar um workshop nacional que reuniu mais de 100 participantes – entre autoridades locais e federais, especialistas da indústria e organizações da sociedade civil. O encontro não apenas discutiu estratégias de eletrificação, mas também lançou as bases para uma transição coordenada em escala nacional (ITDP, 2025).

2.4 O que se pode refletir sobre as missões?

Diante do que foi apresentado neste capítulo, um dos argumentos centrais é que o impulso à adoção dos ônibus elétricos a bateria como agenda em algumas capitais regionais dificilmente teria ocorrido sem a ação das missões de cooperação internacional. Elas funcionaram como processos catalisadores: trouxeram recursos, desenvolveram metodologias sob medida e, dessa maneira, têm ajudado a conferir legitimidade política capaz de transformar a eletrificação em realidade.

As grandes cidades apoiadas – aquelas com maior peso político, econômico e demográfico – geraram histórias de sucesso capazes de inspirar outras cidades e de consolidar a imagem das

metrópoles latino-americanas como vitrines globais da transição energética. É possível dizer que tal visibilidade converteu-se também em projeção simbólica: tais cidades passaram a operar como “marcas” de cooperação internacional, espaços onde investidores e organizações podem associar sua reputação a resultados concretos de introdução das primeiras frotas elétricas. Esse movimento reforça a atratividade dessas cidades junto a agentes doadores, que encontraram nelas arenas estratégicas para exibir resultados, confiabilidade para investir, fortalecendo, assim, seu próprio *branding* no campo da cooperação climática.

Ao mesmo tempo, a dependência estrutural do financiamento climático molda de forma decisiva o comportamento das organizações responsáveis pela implementação e execução dessas missões. Muitas vezes, essas entidades ocupam posições ambivalentes no campo político. De um lado, são valorizadas por seu capital político e habilidade em prover expertise técnica, difundir boas práticas e viabilizar projetos complexos em contextos institucionais frágeis – como no caso de autoridades de transporte pressionadas pela dependência tarifária, pelo subfinanciamento crônico e por tensões sociais em torno do transporte coletivo.

De outro lado, sua sobrevivência e longevidade estão atreladas à manutenção de fluxos externos de recursos, o que torna sua influência sobre agendas de política altamente responsiva às prioridades momentâneas dos doadores. Esse quadro reforça uma potencial trajetória de dependência de governos de países emergentes em relação a capitais financeiros e orientações oriundas de países desenvolvidos. Ademais, como implementadores e executores frequentemente participam de múltiplos projetos de missão de forma simultânea, seu foco estratégico tende a oscilar conforme as preferências das entidades doadoras, o que pode gerar contradições ou tensões entre iniciativas – e, mesmo, entre o interesse público e o interesse privado. Embora a literatura não trate diretamente das missões voltadas a ônibus elétricos a bateria – dada a especificidade do objeto aqui estudado –, alguns autores problematizam o desafio da “neutralidade” de organizações não estatais que atuam em estreita conexão com a formulação de políticas públicas.

Nesse sentido, a crítica de Mariana Mazzucato e Rosie Collington, em *The Big Con: How the Consulting Industry Weakens Our Businesses, Infantilizes Our Governments and Warps Our Economies* (2024), ilumina uma questão pertinente que atravessa o campo semântico das missões de cooperação internacional e seus arranjos com agentes executores ou parceiros contratados para apoiar a implementação. As autoras mostram como, desde os anos 1970, a ascensão das consultorias privadas esteve intrinsecamente associada à consolidação das políticas neoliberais, à desregulação dos mercados e à expansão do terceiro setor como prestador de serviços públicos. Inicialmente voltadas ao assessoramento de empresas privadas em setores de alto risco, essas consultorias ampliaram seu escopo a partir dos anos 1990, com as ondas de privatização e reformas estatais. Entre elas, McKinsey & Company, Boston Consulting Group, Bain & Company, PwC, Deloitte, KPMG, e Ernst Young. Nesse processo, governos passaram a contratá-las não apenas pela expertise técnica, mas também para definir diretrizes estratégicas e operacionais. O resultado foi uma transferência estrutural de capacidades: o planejamento e a execução de políticas públicas, em muitos casos, deslocaram-se progressivamente da esfera estatal para atores privados.

No campo da descarbonização, esse movimento ganha contornos mais evidentes, segundo as autoras. Isto porque as mesmas consultorias que produzem diagnósticos e metodologias para governos ou organismos bi ou multilaterais podem também atuar junto a grandes corporações de combustíveis fósseis, ajudando-as a redesenhar seus modelos de negócios diante da pressão regulatória e da crescente demanda por sustentabilidade. Esse duplo alinhamento, como destacam Mazzucato e Collington, levanta questões fundamentais sobre a extensão da influência dessas entidades: até que ponto elas moldam, delimitam ou mesmo restringem os caminhos possíveis da transição energética? Em muitos casos, as soluções são enquadradas em matrizes de viabilidade econômica e risco que respondem mais a lógicas corporativas do que a critérios de justiça socioambiental, de fato.

La consultoría climática es una próspera fuente de rentas económicas. Aunque se trata de un campo de crecimiento relativamente nuevo para las consultoras, y por lo tanto la investigación sobre sus efectos y variedad es escasa, existen muchos indicios de que, en la era de la crisis climática, el sector de la consultoría está teniendo los mismos papeles que ha desempeñado a lo largo de la historia del capitalismo industrial. En la crisis climática, las grandes consultoras están aprovechando una nueva ola de gobernanza, y al hacerlo están proporcionando una apariencia de compromiso sin la obligación de tomar medidas (p. 255).

Não parece ser este o caso das missões analisadas neste capítulo, sobretudo porque as consultorias destacadas por Mazzucato e Collington não aparecem diretamente nesse campo específico. Ainda assim, vale trazer tais críticas como contra-ponto geral. Elas ajudam a iluminar riscos potenciais de captura ou de enviesamento das agendas, lembrando que a mediação entre expertise técnica e interesse público jamais se dá em terreno neutro: é sempre atravessada por disputas e interesses em choque – esse é justamente o sentido da noção de *campo de forças* em Pierre Bourdieu, onde cada indivíduo com capacidade de agência luta por posições de poder e legitimidade, redefinindo continuamente as regras do jogo.

De modo análogo, a crítica de Carlos Montaño (2007) ao terceiro setor no Brasil – extensível a um escopo regional mais amplo – oferece uma lente igualmente alternativa para refletir sobre as possíveis tensões presentes na natureza de ação das missões de cooperação internacional. Conceitualmente, o terceiro setor é frequentemente descrito como um campo autônomo, distinto do Estado e do mercado, formado por ONGs, entidades privadas sem fins lucrativos, cooperativas e organizações religiosas. A leitura dominante costuma atribuir a essas organizações uma vocação naturalmente progressista, como se fossem instâncias neutras e sempre voltadas à defesa do interesse público. Montaño, contudo, problematiza essa visão: segundo ele, o crescimento do terceiro setor não decorreu de um movimento espontâneo da sociedade civil, mas de um processo histórico de deslocamento de responsabilidades estatais para circuitos não estatais, impulsionado pelas reformas neoliberais e condicio-

nado por fluxos seletivos de financiamento público, privado e, principalmente, internacional.

Aplicada ao caso das missões internacionais, essa crítica aponta para um risco: organizações da sociedade civil, frequentemente mobilizadas como executoras em arranjos multilaterais, podem acabar operando menos como instâncias críticas e mais como engrenagens de agendas previamente estruturadas. Em vez de tensionar os marcos regulatórios, as prioridades tecnológicas ou as dependências financeiras, tais organizações podem ser convocadas a legitimar consensos tecnocráticos definidos em outras escalas de poder – notadamente pelos doadores internacionais, que orientam as missões segundo seus próprios objetivos estratégicos.

Surge então uma pergunta inevitável: por que missões para ônibus elétricos – e não para trens, metrôs ou sistemas de trilhos? A resposta reside na própria natureza dessas missões e no papel que desempenham dentro da paisagem da cooperação internacional. Enquanto metrôs e trens são tecnologias maduras, já consolidadas institucional e tecnicamente, os ônibus elétricos representam um campo em transição, onde persistem incertezas operacionais, financeiras e regulatórias. É nesse tipo de contexto – o das tecnologias ainda em processo de legitimação – que a cooperação internacional atua de forma mais ativa, oferecendo transferência de conhecimento, assistência técnica e capital político para acelerar a curva de aprendizado dos governos locais.

Ao mesmo tempo, seria equivocado reduzir a atuação dessas organizações à mera instrumentalização. A presença do terceiro setor, sobretudo de ONGs voltadas à mobilidade sustentável, tem se mostrado crucial para ancorar as missões em contextos locais, traduzir diretrizes internacionais para realidades específicas e ampliar a legitimidade política e social dessas iniciativas.

O dilema, portanto, não está em desqualificar o papel do terceiro setor, mas em reconhecer que sua atuação, neste caso aqui examinado, se dá em um “campo burocrático assistido” – conceito que adapto a partir da noção de campo de forças de Pierre Bourdieu –, no qual autonomia e dependência coexistem

em permanente tensão. É nesse espaço híbrido, atravessado por recursos, interesses e disputas, que as missões de cooperação internacional para ônibus elétricos encontram terreno fértil para sua implementação.

Esse arranjo caracteriza-se por um movimento que chamo de *fagocitose institucional* (em sentido metafórico): redes de política que antes militavam por suas bandeiras em espaços externos aos governos passam a ser convidadas ou “autorizadas” a ocupar a engrenagem decisória. O debate já não se centra na pertinência ou não da agenda – previamente validada e incorporada –, mas nos modos de sua implementação, calibrados pelas lógicas do aparato estatal.

Ao “assistir” essa entrada, o governo reconhece o capital técnico, simbólico e político dessas redes, mas simultaneamente as insere sob sua tutela: legitima sua bandeira, mas restringe o espaço de disputa ao *como fazer*, e não mais ao *o que fazer*. Essa ambivalência transforma missões de cooperação e atores do terceiro setor em engrenagens de um campo híbrido, no qual a autonomia se converte em coparticipação regulada e a inovação se dá sob enquadramento burocrático. O campo burocrático assistido, nesse sentido, não nega a política em rede; ao contrário, absorve-a de forma controlada, combinando abertura ao externo com a preservação da ordem decisória interna.

Nesse movimento, é possível identificar traços de uma política orientada por missão, ainda que resguardadas as devidas proporções entre o que Mariana Mazzucato (2022) propõe e o que de fato se observa na atuação dessas redes. Afinal, ao contrário das missões concebidas no âmbito dos Estados de bem-estar europeus, ancoradas em forte capacidade estatal e planejamento de longo prazo, o que emerge aqui é uma forma híbrida e negociada de orientação por missão: redes transnacionais que, ao serem absorvidas pelo campo burocrático assistido, ajudam a organizar prioridades, alinhar atores e estruturar trajetórias de transição energética. Trata-se, portanto, de uma “missão por convite”, na qual os governos reconhecem o valor político e técnico dessas agendas externas e transferem a essas redes o papel de “missionar” em nome próprio, mas sob a lógica e os limites de suas próprias engrenagens decisórias.

Além disso, muitas dessas disputas explicitam também as contradições da própria noção de “cooperação”. Organizações mais próximas do nível da execução, embora formalmente operem sob a lógica colaborativa das missões, competem entre si por visibilidade, legitimidade e acesso a financiamento. Boa parte delas tem sede no exterior – como o ITDP (Nova York, com escritórios no México e no Brasil), o WRI (Washington, D.C., com o WRI Brasil em Porto Alegre e representações regionais em vários países) e o ICCT (também baseado em Washington, mas com presença ativa na América Latina). Apesar dessa origem internacional, todas mantêm escritórios locais compostos majoritariamente por profissionais nacionais, o que lhes permite atuar de forma territorialmente enraizada e consolidar legitimidade junto a governos subnacionais. Essa fusão entre conhecimento global e inserção local – a chamada abordagem *glocal* – possibilita traduzir diretrizes internacionais em contextos específicos, ampliar sua influência política e diferenciar-se de financiadores e implementadores, que muitas vezes carecem dessa capilaridade territorial.

Esse arranjo revela um campo em que cooperação e competição se entrelaçam de forma permanente. Para manter relevância, as organizações precisam entregar resultados concretos, pois é deles que dependem sua longevidade e a captação de novos financiamentos. Como nem todos os projetos de missão – mesmo fora da eletromobilidade – comportam consórcios amplos, a disputa tende a favorecer um grupo restrito de entidades com maior capital político e técnico, enquanto outras batalham a disputar margens de espaço e recursos. Esse processo reforça posições já consolidadas e evidencia a interconexão das redes: muitas dessas organizações participam simultaneamente de diferentes iniciativas multilaterais, em variadas configurações de parceria. Tal sobreposição amplia sua influência e capacidade de articular estratégias, gerando sinergias – como no caso da atuação conjunta da Aliança ZEBRA e TUMI em São Paulo e na Cidade do México –, mas também concentra poder em um número relativamente limitado de instituições globais e suas filiais locais.

Por fim, um hiato notável persiste justamente na ausência da escala metropolitana e estadual no escopo das missões, apesar de sua relevância para um transporte público idealmen-

te mais integrado. Mesmo em países com autoridades regionais formalizadas – como as agências metropolitanas no Chile ou na Colômbia –, as missões tendem a operar de forma menos intensa nesse nível intermediário. Isso decorre da própria lógica de suas operações: projetos de assistência técnica demandam clareza institucional e pontos focais bem definidos, atributos mais facilmente encontrados em ministérios nacionais ou secretarias municipais.

No plano metropolitano ou estadual, ao contrário, a governança do transporte público costuma ser mais difusa, atraçada por disputas jurisdicionais e mandatos pouco claros (Lima Neto e Orrico Filho, 2015; Ribeiro, Azevedo e Rodrigues, 2024). Essas condições tornam mais custoso o engajamento direto das missões, que acabam priorizando escalas mais manejáveis e visíveis – como cidades específicas ou ministérios nacionais –, onde a estruturação de projetos-piloto e a produção de diretrizes e de resultados comunicáveis e replicáveis se mostram mais factíveis (Bastos, 2025).

Como se verá nos próximos capítulos, é no chão das cidades que essa engrenagem ganha corpo – e, em grande medida, com o “empurrão” dado pelas missões internacionais. A velocidade e a visibilidade dos resultados, contudo, estão longe de ser homogêneas: dependem do grau de conexão institucional de cada cidade com as agendas nacionais. Na Colômbia, a sobreposição entre poder nacional e local em Bogotá favorece a convergência, acelerando a implementação (Capítulo 3). No Brasil, em contraste, a distância entre a capital federal e os principais centros urbanos fragmenta a coordenação, obrigando missões e governos locais a negociar simultaneamente em múltiplas frentes (Capítulo 4).

Assim, embora o engajamento com grandes cidades ofereça a vantagem de gerar demonstrações robustas e de alto impacto, ele também evidencia a necessidade de estratégias complementares que ampliem o alcance da transição para cidades médias e pequenas. Muitas dessas cidades permanecem à margem, dependentes das lições aprendidas pelas capitais maiores para orientar seu planejamento ou, em alguns casos, avançando de maneira autônoma, ainda que com recursos escassos e suporte institucional limitado.

Capítulo 3

Eletromobilidade na Colômbia e o caso de Bogotá

Uma política nacional faz diferença na transformação local? A pergunta é mais provocação do que resposta. Ainda assim, o caso colombiano sugere que um marco nacional robusto pode, sim, criar círculos virtuosos entre diferentes níveis de governo, impulsionando a descarbonização do transporte público coletivo. Mesmo assim, o dilema do ovo e da galinha persiste: foi a Estratégia Nacional de Mobilidade Elétrica (ENME), promulgada em 2019, que estimulou a adoção dos ônibus elétricos a bateria em Bogotá? Ou foram as próprias experiências locais que inspiraram a formulação da ENME? É provável que uma coisa tenha levado à outra – sobretudo numa cidade que é, ao mesmo tempo, capital e distrito federal, onde as fronteiras entre política nacional e política local são, por natureza, porosas.

Todavia, para entender como Bogotá chegou até aqui, é preciso recuar e observar o ambiente político-institucional que sustentou essa trajetória. Antes que os ônibus elétricos tomassem as ruas, a Colômbia já vinha erguendo as bases de uma estratégia nacional de transição energética. Diferentemente do Brasil (como mostrarei no próximo capítulo), onde a eletrificação avança de modo fragmentado e reativo, na Colômbia ela emergiu como parte de um projeto político articulado, sustentado por marcos legais e metas de longo prazo.

Nesse sentido, o caso colombiano poderia ser a hipótese de expressão de uma política orientada por um Estado planejador (Mazzucato, 2014). Trata-se de um processo no qual o Estado assume papel protagonista, mobilizando diferentes setores e atores em torno de um propósito público compartilhado: transformar o sistema de transporte urbano em vetor de inovação tecnológica, inclusão social e transição energética. Bogotá, ao traduzir essa missão em ações concretas, tornou-se o laboratório onde as ambições nacionais encontraram forma, escala e política.

Trabalhos como *Tendências da mobilidade elétrica na América Latina e ações em curso no Brasil*, coordenado pela professora Flávia Consoni (da Unicamp) e realizado em parceria com outros pesquisadores em 2021, e o artigo *The Future of Urban Mobility: The Case for Electric Bus Deployment in Bogotá, Colombia*, de Ryan Sclar, Emmett Werthmann, Jone Orbea e outros colegas do World Resources Institute, publicado em 2020, já haviam feito uma leitura consistente desse panorama nacional e do modo como ele se afunila em direção às políticas locais. O estudo *El plan de ascenso tecnológico como herramienta para la transición hacia buses eléctricos en la ciudad de Bogotá D.C.*, produzido pela Aliança Zebra, em 2022, também é um ótimo repositório de conhecimento e memória.

Em 2010, o governo colombiano instituiu a Política de Prevenção e Controle da Poluição do Ar, uma resposta à deterioração da qualidade do ar nas grandes cidades do país, como Bogotá e Medellín. Poucos anos depois, essa agenda ambiental ganhou um contorno mais profundo: a Política Nacional de Mudança Climática, publicada em 2017, colocou as emissões no centro da política econômica e urbana. Era o prenúncio de uma nova fase – quando o transporte deixaria de ser apenas um tema de mobilidade e passaria a ser também um tema de transição energética e climática.

A partir daí, a Colômbia sinalizou que queria se alinhar à nova economia verde. Ratificou o Acordo de Paris, comprometeu-se a reduzir em 51% suas emissões até 2030 como parte de sua Contribuição Nacionalmente Determinada¹ e definiu o transporte como um dos pilares dessa meta. O Plano de Ação Indicativo do Programa de Uso Racional e Eficiente de Energia e demais Formas de Energia (PAI-PROURE), lançado no mesmo ano, estabeleceu objetivos concretos de economia de energia, reconhecendo o peso do setor de transportes – responsável por quase 41% do consumo nacional (p. 16).

Essas decisões criaram o terreno político e institucional para o que viria a seguir: uma sequência de leis e estratégias

¹ “Colombia reducirá en un 51% sus emisiones de gases efecto invernadero para el año 2030”. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 26 nov. 2020. Disponível em: <https://www.minambiente.gov.co/colombia-reducira-en-un-51-sus-emisiones-de-gases-efecto-invernadero-para-el-ano-2030/>. Acesso em jan. 2025

que moldariam o que hoje é considerado um dos marcos regulatórios mais avançados da região em mobilidade elétrica.

Em 2018, a Lei nº 1931 estabeleceu diretrizes para a gestão da mudança climática, definindo, assim, o transporte sustentável como uma prioridade nacional em seus artigos 8 e 9. No mesmo ano, o CONPES 3918 – sigla de *Consejo Nacional de Política Económica y Social*, o principal órgão de planejamento estratégico do governo colombiano, responsável por coordenar políticas públicas de médio e longo prazo – conectou as agendas de energia e mobilidade aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Esse documento funcionou como uma ponte entre políticas setoriais que até então andavam em paralelo, articulando eficiência energética, mobilidade sustentável e mitigação das mudanças climáticas sob uma mesma diretriz nacional. E, no ano seguinte, viria o ponto de inflexão: a Estratégia Nacional de Mobilidade Elétrica (ENME), publicada em 2019 com o apoio do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e do Euroclima, programa de cooperação da União Europeia voltado à ação climática na América Latina.

A ENME reuniu em um só texto o que até então estava “disperso” em diferentes órgãos. Mostrou regras, horizontes e metas; definiu quem poderia coordenar a transição; e, sobretudo, deu legitimidade política ao tema da eletromobilidade. Três ministérios – Transportes, Meio Ambiente e Minas e Energia – passaram a atuar de forma integrada, sob coordenação da *Unidad de Planeación Minero-Energética* (UPME), articulando ações que iam desde a eficiência energética até o ordenamento territorial para instalação de pontos de recarga.

No mesmo contexto, o Congresso aprovou a Lei nº 1964/2019, o principal instrumento jurídico da estratégia. A lei reduziu impostos sobre veículos elétricos (o IVA caiu de 19% para 5%), criou incentivos para governos locais e empresas privadas e determinou a instalação obrigatória de infraestrutura de recarga e manutenção. Também concedeu benefícios práticos: isenção de rodízio e restrições de circulação, vagas preferenciais em estacionamentos e descontos em inspeções e seguros obrigatórios.

Mas o aspecto mais simbólico da lei é sua “escadinha” de metas, apresentada em seu parágrafo 3. A partir de 2025, ao

menos 10% dos novos ônibus comprados para o transporte público deverão ser elétricos; em 2027, 20%; em 2029, 40%; e assim sucessivamente, até atingir 100% em 2035. Em outras palavras, a Colômbia decidiu que, dentro de uma geração, nenhum novo ônibus urbano poderá emitir carbono.

Naquele mesmo ano, foi aprovada também a Lei nº 1972/2019, que elevou os padrões de qualidade dos motores a combustão. Ela obrigou todos os veículos novos a diesel a atender ao padrão Euro VI – uma norma internacional criada na Europa que limita de forma rigorosa a emissão de gases e partículas tóxicas, exigindo filtros e tecnologias de controle de poluição antes da liberação de escapamento. Essas medidas, combinadas, transformaram o país em um verdadeiro laboratório institucional de como se preparar para a transição energética. Não se tratava apenas de substituir veículos, mas de repensar o próprio funcionamento do sistema de transporte e seu impacto ambiental.

Nesse contexto, a cidade de Bogotá se tornaria o exemplo mais visível – e também o mais ambicioso – dessa política nacional. Mas seu processo de eletrificação não pode ser explicado apenas como resultado das diretrizes do governo central. A trajetória de Bogotá dialoga com esse marco nacional, alimentando e sendo alimentada por ele. A cidade avançou porque encontrou um ambiente político favorável, mas também porque ajudou a moldá-lo, traduzindo em prática o que antes era apenas diretriz. O que se observa, portanto, é menos uma relação de causa e efeito e mais uma retroalimentação entre escalas, em que o nível local serve de laboratório e o nacional, de sustentação e difusão.

Antes de entender o caso bogotano em detalhe, vale lembrar um dado simbólico: toda a frota elétrica da Colômbia é composta por ônibus elétricos a bateria. Isso significa que, diferente de outras nações que herdaram sistemas antigos de trólebus – como o Chile e o Brasil –, a Colômbia partiu do zero. Ela chegou a operar trólebus no passado, entre as décadas de 1940 e 1990, mas o sistema desapareceu (*El Tiempo*, 23 de maio de 2015). A nova transição, portanto, não nasce de um resquício técnico, e sim de uma decisão política, pode-se dizer, tomada em um contexto global de ações a favor da preservação do clima.

Bogotá, Medellín e Cali foram as primeiras a materializar essa aposta. Em outubro de 2025, Bogotá liderava com 1.486 ônibus elétricos (13,5% de uma frota de 11 mil veículos), seguida por Medellín, com 69, e Cali, com 35 – conforme dados da plataforma E-Bus Radar. Em comum, todas se beneficiaram de projetos internacionais de cooperação, como o TUMI E-Bus Mission e a Aliança ZEBRA, que ofereceram apoio técnico, capacitação e consultoria regulatória. No entanto, como discutido no capítulo anterior, Bogotá não participou dessas redes apenas como beneficiária: atuou também como expoente e exportadora de boas práticas, transformando-se em referência regional para outras cidades que buscavam iniciar suas próprias transições.

Essa projeção ajudou a consolidar o caso colombiano no debate internacional sobre transporte público elétrico, posicionando Bogotá como modelo urbano dentro das redes globais de cidades comprometidas com a eletrificação de suas frotas. Essa rede de colaboração, combinada ao compromisso político interno, criou o cenário ideal para que a transição acontecesse – não como exceção, mas como política de Estado.

É a partir desse pano de fundo que Bogotá se transforma, mais do que em um caso de sucesso, em um símbolo da convergência entre políticas nacionais e ambições locais – o ponto onde a missão global da eletromobilidade encontrou chão urbano e rosto político.

3.1 O Plano de Avanço Tecnológico de Bogotá

A rede de transporte público coletivo de Bogotá é organizada dentro do Sistema Integrado de Transporte Público (SITP). O sistema combina as linhas de ônibus troncais, de alta capacidade – como o BRT TransMilenio, que dá nome à própria entidade gestora, TransMilenio S.A. –, com as linhas zonais, que conectam bairros e áreas periféricas por meio de veículos menores e rotas mais flexíveis. Enquanto o BRT TransMilenio funciona como o esqueleto estrutural do transporte de massa, o SITP Zonal atua como sua rede capilar, distribuindo passageiros entre os bairros e os corredores principais.

O impulso mais visível para a adoção de ônibus elétricos veio com a criação do Plano de Avanço Tecnológico (Plan de Ascenso Tecnológico – PAT), oficializado pelo Decreto 477 de 2013, durante a gestão do prefeito Gustavo Petro (2012-2015), cujo objetivo foi

mejorar la calidad del aire y reducir los impactos en la salud pública debidos a la contaminación atmosférica, en la ciudad de Bogotá D.C., a través de la implementación de tecnologías de cero o bajas emisiones en ruta en el SITP, mediante la reconversión futura de la flota, la definición de los procedimientos operacionales y las medidas de monitoreo y seguimiento.

O PAT foi pensado como uma ferramenta para guiar a substituição gradual dos ônibus a diesel por veículos menos poluentes ou totalmente elétricos, em um processo liderado pela Secretaria de Mobilidade, pela Secretaria Distrital de Ambiente e pela TransMilenio S.A. As linhas de ação sobre o avanço tecnológico dos componentes zonal e troncal se basearam na (i) definição de rotas pioneiras e avaliação de seu desempenho ambiental e energético; (ii) análise jurídica e financeira dos contratos; (iii) incorporação de novas frotas às rotas pioneiras; (iv) substituição de veículos antigos; (v) monitoramento e controle de desempenho; (vi) estruturação da fase de mobilidade limpa no componente troncal; e (vii) desenvolvimento e implantação da infraestrutura necessária (Aliança Zebra, 2022).

Ao longo do caminho, a vocação para experimentar ônibus mais limpos se consolidou como política da cidade. Em 2014, nascia o projeto Bogotá Ciudad Laboratorio, acompanhado da entrada em operação de 231 ônibus híbridos no sistema. No mesmo ano, começaram a ser desenhados os editais de licitação para frotas menos poluentes, e foi criada uma parceria público-privada, batizada de Bogotá Eléctrica, voltada à eletrificação do transporte coletivo.

A fase seguinte foi a da validação tecnológica. Em 2016, tiveram início os testes de curta e longa duração com um ônibus convencionais sem emissões equipado com baterias elétricas. Pouco depois, foram testados também os primeiros modelos articulados elétricos, etapa fundamental para verificar a viabilidade dessa tecnologia nos corredores de alta demanda, como o BRT TransMilenio. As provas se estenderam até 2018, quando os

resultados já apontavam que a tecnologia de baterias era segura e sua incorporação em escala era aceitável. Nesse período, Bogotá já contava com o apoio da cooperação internacional para rodar pilotos com veículos de baixas emissões, testar modelos financeiros adaptados à realidade local e abrir caminho para a incorporação de frotas elétricas (Aliança Zebra, 2022).

Em março de 2018, durante o segundo mandato de Enrique Peñalosa – que já havia governado Bogotá entre 1998 e 2001 –, foi lançado o primeiro edital para renovar cerca de 1.400 ônibus das linhas troncais do sistema BRT TransMilenio (Bogotá, 4 abr. 2018). Embora a TransMilenio S.A. tenha incluído diferentes tecnologias no processo licitatório, o critério de avaliação atribuiu o mesmo peso de pontuação a todas elas, sem oferecer incentivos específicos para alternativas de baixas ou zero emissões. Na prática, isso significava que as propostas com ônibus a diesel mais eficientes teriam maior competitividade econômica, praticamente inviabilizando a escolha de tecnologias limpas.

A decisão, interpretada por diversos setores como um retrocesso ambiental disfarçado de neutralidade técnica, provocou forte reação pública — especialmente entre organizações ambientais, especialistas em transporte e cidadãos que esperavam que Bogotá assumisse um papel de liderança na transição para ônibus sem emissões. Acadêmicos, ambientalistas e lideranças locais articularam-se em torno da *Mesa Ciudadana por la Calidad del Aire* de Bogotá, uma rede de política local que se tornaria protagonista na defesa da qualidade do ar e da mobilidade sustentável. Segundo Orjuela e Castellanos (2018),

Uma ampla gama de atores, sem qualquer conexão clara entre si, organizou um movimento de resistência contra a decisão da cidade de excluir tecnologias mais limpas. A sociedade civil se uniu à mesa redonda da qualidade do ar do cidadão e enviou uma carta ao prefeito, exigindo a inclusão dos ônibus de emissão zero. A ciência cidadã também desempenhou um papel fundamental ao informar a população em geral sobre os altos níveis de exposição à poluição do ar no sistema, com medições feitas pelos cidadãos e compartilhadas nas mídias sociais. As hashtags #TransMilenioDejameRespirar e #NoMasBusesDiesel logo viraram tendência no Twitter.”

A pressão das redes de política não tardou a produzir efeitos, submetendo a arena decisória a um típico processo de politics, no qual o jogo de forças e a negociação entre interesses públicos, privados e técnicos reconfiguram o próprio conteúdo da política (policy). Como sugere a literatura de políticas públicas (Kingdon, 1984), momentos assim representam pontos de acoplamento entre fluxos de problema, política e decisão – quando a janela de oportunidade se abre não apenas por convicção técnica, mas por força da mobilização social e do contexto político.

Em 24 de abril de 2018, a administração Peñalosa anunciou que revisaria os critérios do edital, atribuindo maior pontuação a propostas que contemplassem ônibus a gás natural ou elétricos (TransMilenio, 24 abr. 2018). Tratava-se de uma tentativa de corrigir a distorção inicial e responder à crescente pressão pública e institucional. A mudança, contudo, esbarrou na realidade tecnológica: àquela altura, não havia prontidão de mercado para modelos elétricos articulados e biarticulados capazes de operar nos corredores BRT de alta demanda. As propostas, mais uma vez, não se materializaram. O resultado foi intermediário: o sistema incorporou, pela primeira vez, ônibus movidos a gás natural no serviço troncal, ampliando uma experiência que até então se restringia às linhas alimentadoras (*Hablemos de Movilidad*, 2021).

Boa parte dessa história foi reconstruída a partir do relato de María Fernanda Ortiz, engenheira e então gerente-geral da TransMilenio S.A., em entrevista concedida ao podcast *Hablemos de Movilidad* em 2 de maio de 2021. É desse testemunho que emergem as camadas menos visíveis da transição bogotana – as hesitações, disputas e aprendizados institucionais que antecederam os resultados concretos e que, em última instância, moldaram o ambiente político e técnico que tornaria possível a futura frota elétrica da cidade.

Mais importante, contudo, foi o que se seguiu. O episódio marcou o início de um novo ciclo de aprendizado institucional, no qual a TransMilenio S.A. passou a dialogar diretamente com fabricantes e fornecedores de ônibus elétricos, a compreender a maturidade da tecnologia e a testar modelos de negócios capazes de absorver custos mais altos sem repassar o ônus ao usuário. Como relatou sua gerente-geral, María Fernanda Ortiz, esse período foi

decisivo para entender as barreiras reais da eletromobilidade e preparar a cidade para uma transição em larga escala.

Figura 3.1: Cenas do transporte público por ônibus em Bogotá.



De cima para baixo: (1) Vista aérea do corredor TransMilenio (BRT) em Bogotá; (2) Visão da linha H628 do SITP zonal em Ciudad Bolívar, sul de Bogotá. Fonte: (1) Banco de imagens do Canva; (2) Pedro Bastos (2023).

Dessa vez, a janela de oportunidade não estava nos corredores troncais do BRT TransMilenio, mas nas linhas zonais do SITP. Uma vez que as linhas zonais são atendidas por ônibus convencionais, parecia mais simples encontrar no mercado versões elétricas com características técnicas semelhantes – em tamanho, capacidade e operação – sem alterar profundamente o modelo de serviço. Para viabilizar o novo formato, foram lançadas duas licitações complementares: uma voltada à provisão, financiamento e manutenção dos veículos e outra destinada à operação das rotas zonais do SITP. Essa separação de papéis garantiu maior controle público sobre o sistema e abriu espaço para novos modelos de parceria, permitindo que a cidade experimentasse soluções de eletromobilidade em contextos periféricos e socialmente desafiadores. Diferentemente do modelo baseado no *agente integral* – no qual as empresas operadoras são também as proprietárias da frota –, Bogotá introduziu uma separação formal entre a titularidade dos ativos e a prestação dos serviços. Essa distinção abriu espaço para novos agentes especializados:

- de um lado, empresas responsáveis pela compra, financiamento e manutenção dos ônibus, incluindo bancos, fundos de investimento e companhias de *leasing* (isto é, arrendamento mercantil, um tipo de contrato em que um bem é alugado por longo prazo com opção de compra ao final do período);
- de outro, operadoras com expertise em gestão de frota, controle operacional e força de trabalho, mas sem a obrigação direta de adquirir os veículos.

María Fernanda Ortiz destacou que o principal aprendizado foi “criar um modelo que tornasse possível o impossível”: atrair investidores privados sem comprometer o equilíbrio tarifário do sistema. Do total contratado, 1.473 ônibus foram fornecidos pela fabricante chinesa BYD, enquanto os 12 veículos restantes vieram da também chinesa Yutong – consolidando de forma inequívoca o protagonismo da indústria chinesa na eletromobilidade urbana da capital colombiana (E-Bus Radar, 2025).

Contudo, a realidade mostrou-se menos compartimentada do que o desenho contratual sugeria. Muitos operadores tradicionais criaram empresas vinculadas para participar também como provedores de frota, constituindo unidades jurídicas separadas, mas pertencentes ao mesmo grupo empresarial². Assim, o modelo de Bogotá parece refletir menos uma separação de mercado entre atores distintos e mais uma engenharia contratual e financeira, concebida para otimizar a alocação de riscos, facilitar o acesso a financiamento e aumentar a resiliência do sistema diante de eventuais inadimplências ou falhas operacionais. Mesmo sem uma separação completa entre os agentes econômicos, esse formato permitiu uma distribuição mais eficiente de responsabilidades, atribuindo a cada parte do contrato funções específicas dentro de sua área de competência.

Além de viabilizar o financiamento da frota elétrica, o novo modelo de contratação introduziu ganhos importantes em termos de resiliência e governança. Nos arranjos convencionais – aqueles baseados em *agentes integrais* –, quando um operador enfrenta insolvência, falha técnica ou má gestão, os veículos deixam de circular, interrompendo imediatamente o serviço. No formato adotado em Bogotá, a titularidade dos ativos permanece nas mãos das empresas provedoras de frota, que podem

² Porém, esse procedimento também permitiu a entrada de novos agentes no campo do transporte urbano de Bogotá, atraídos pela adoção do modelo de separação entre ativos e operação. Empresas como a Green Movil S.A.S. são exemplos claros de entrantes novos, que não integravam o mercado tradicional de operadores do SITP. Constituídas especificamente para atuar na gestão de ativos de frota elétrica, essas empresas são formadas por consórcios de investidores, fundos de capital e, em alguns casos, empresas do setor energético, como a Enel X, no caso da Green Movil. É importante destacar, contudo, que a identificação precisa dos agentes que atuam exclusivamente como provedores de frota – em distinção aos operadores – não é simples de rastrear nos documentos públicos. Isso se deve tanto à natureza flexível das estruturas societárias, que frequentemente vinculam operadores tradicionais aos provedores, quanto à própria arquitetura dos contratos, que permite que uma mesma razão social atue, em alguns casos, simultaneamente como operadora e como gestora de ativos. Portanto, embora o modelo jurídico contrate formalmente essas funções como separadas, a separação plena entre os agentes nem sempre se traduz em práticas mercadológicas claramente discerníveis. Sobre atuação da Green Movil, ver: <https://greenmovil.com.co/conocenos/>. Acesso em jan. 2025.

realocar os veículos a outros operadores ou adotar medidas corretivas mais rápidas. Assim, a continuidade do serviço deixou de depender exclusivamente da saúde financeira ou da capacidade operacional de uma única empresa.

Quadro 3.1: Trajetória de implementação dos ônibus elétricos no âmbito do Plano de Avanço Tecnológico de Bogotá.

Ano	Marco principal	Descrição
2011	Programa Latinoamericano de Pruebas a Híbridos y Eléctricos	Início das provas de veículos híbridos e elétricos em Bogotá.
2013	Decreto 477 de 2013 – Plan de Ascenso Tecnológico (PAT)	Formalização do plano distrital para substituição progressiva de tecnologias a combustão por alternativas de emissão baixa ou zero.
2014	Bogotá Ciudad Laboratorio / APP Bogotá Eléctrica	Criação da iniciativa de cidade-laboratório e início do desenho da licitação de mobilidade limpa.
2016	Provas de curta e longa duração	Testes com ônibus padrão elétrico e ônibus articulado elétrico.
2018	Provas de longa duração – articulado elétrico	Avaliação de desempenho em operação simulada de alta demanda.
2019	Fortalecimento normativo de zero e baixas emissões	Estruturação da Licitação Fase V – Etapa I para frota sem emissões.
2020	Licitação e adjudicação de frota elétrica – Fase V, Etapas II e III	Início da operação dos primeiros 136 ônibus elétricos no SITP.
2021	Incorporação de 928 ônibus elétricos	Consolidação dos pátios elétricos e pilotos com ônibus de hidrogênio verde; fortalecimento dos estudos ambientais e testes.
2022	Incorporação de 424 ônibus elétricos adicionais	Expansão da frota elétrica zonal.
2023	1.485 ônibus elétricos, 5 operadores (1 público), 10 pátios elétricos	Consolidação da segunda frota elétrica mais numerosa da América Latina.

Fonte: Alianza Zebra, “*El plan de ascenso tecnológico como herramienta para la transición hacia buses eléctricos en la ciudad de Bogotá D.C.*”, 2022, p. 10.

Para a TransMilenio S.A., esse modelo também representou uma estratégia de sustentabilidade fiscal e qualidade regulatória. Ao redistribuir os riscos entre diferentes agentes,

a cidade conseguiu melhorar as condições de financiamento, reduzir a pressão sobre o orçamento público e reforçar os mecanismos de monitoramento de desempenho. Segundo estimativas de Ortiz (*Hablemos de Movilidad*, 2021), a receita tarifária cobria cerca de 75% dos custos operacionais do sistema, enquanto cerca de um quarto dos custos são subsidados – um equilíbrio delicado que exige eficiência contratual e previsibilidade financeira.

O SITP Zonal, por sua vez, era historicamente o segmento mais vulnerável do sistema, com frota envelhecida, menos confortável e mais poluente, concentrada nas áreas periféricas da capital. Essa condição abriu uma chance sem precedentes para acelerar a modernização da frota e, ao mesmo tempo, permitir que a TransMilenio S.A. acumulasse aprendizado institucional sobre os desafios operacionais, contratuais e tecnológicos associados à transição para veículos elétricos (*Hablemos de Movilidad*, 2021).

Durante a implementação do modelo, a TransMilenio S.A. identificou a necessidade de um terceiro componente contratual, além dos contratos de provisão da frota e operação dos serviços: a infraestrutura de recarga elétrica. Era preciso contratar empresas responsáveis pela instalação, gestão e manutenção dos pátios e sistemas de carregamento, garantindo que a localização das garagens coincidisse com as rotas e a autonomia operacional dos veículos.

Foi nesse ponto que surgiram os maiores gargalos da transição. A escassez de terrenos adequados, o tempo para obtenção de licenças, a execução dos projetos de engenharia e, sobretudo, a adaptação da capacidade elétrica dos locais revelaram-se obstáculos muito mais complexos do que se previa. Ortiz (*Hablemos de Movilidad*, 2021) relatou que não se tratava apenas de instalar carregadores: era necessário garantir fornecimento de energia em alta potência, com estabilidade e segurança, dentro dos padrões técnicos da rede elétrica urbana.

Para enfrentar esses desafios, a TransMilenio S.A. firmou uma parceria estratégica com a Enel-Codensa, concessionária de energia elétrica de Bogotá, que passou a desenvolver solu-

ções conjuntas de integração entre transporte e energia. Essa cooperação foi decisiva para criar interoperabilidade técnica e operacional entre os dois setores.

Os desafios da infraestrutura de recarga deixaram claro que a eletrificação não se resumia ao financiamento da frota. Ela dependia de estudos de viabilidade técnica, energética e urbanística, capazes de antecipar prazos, projetar layouts operacionais e adequar a rede elétrica às novas demandas. A escassez de terrenos bem localizados e compatíveis com o fornecimento em alta potência exigiu projetos inovadores de uso do solo, soluções arquitetônicas otimizadas e análises cuidadosas sobre os tipos de carregadores – fossem de recarga lenta, rápida ou ultrarrápida –, de acordo com as especificidades operacionais de cada linha.

3.2 La Rolita: o exemplo de transição justa para ônibus elétricos

Um dos maiores triunfos da transição energética de Bogotá no transporte coletivo reside na aposta em políticas transversais que combinaram rentabilidade social, eletrificação e inclusão de gênero. A criação da empresa pública La Rolita tornou-se o símbolo mais concreto desse novo repertório. O principal desafio era romper o ciclo de fracassos nas licitações para operar o transporte nas áreas periféricas da cidade – territórios marcados por vulnerabilidades sociais, econômicas e urbanísticas. Nessas regiões, a lógica de mercado simplesmente não fechava: os custos de operação eram altos, a evasão tarifária era frequente e a arrecadação era insuficiente para atrair operadores privados (Bastos, 2023).

A localidade de Ciudad Bolívar, especialmente o setor de El Perdomo, é o caso mais emblemático. Encravada nas encostas ao sul da capital, concentra um tecido urbano de ruas estreitas, declives acentuados e infraestrutura precária, condições que tornavam o serviço de transporte tecnicamente desafiador e economicamente inviável. Por isso, ao longo de sucessivas tentativas, as licitações foram declaradas desertas ou encerradas

antes da contratação (Osorio, 2022; Bertossi, Ariza e Concha Rivera, 2023).

À desigualdade social soma-se ainda uma sobrecarga ambiental. Segundo o Inventário de Emissões de 2020, a zona sul de Bogotá concentra alguns dos mais altos níveis de material particulado fino (PM_{2.5}), chegando a representar até 40% dos registros críticos de poluição atmosférica da cidade – reflexo de uma combinação entre topografia, adensamento urbano precário e intensa circulação de veículos poluentes (Bogotá, 2022; Largo, 2023).

Foi nesse contexto que a gestão da prefeita Claudia López (2020–2023), logo após Peñalosa, promoveu uma ruptura significativa com a lógica tradicional de prestação de serviços ancorada nas dinâmicas de mercado. A criação da empresa pública La Rolita, em setembro de 2022, concebida inicialmente para operar no território de El Perdomo, não se limitou a corrigir falhas operacionais: representou uma inflexão política e simbólica. Era a afirmação de que o Estado – ou, mais precisamente, a própria cidade – poderia intervir diretamente na produção da infraestrutura urbana, redefinindo o que se considerava economicamente viável ou socialmente necessário.

O nome “La Rolita” vem de uma expressão afetiva e coloquial usada para se referir à cidade de Bogotá. O termo deriva de *Rolo* ou *Rola*, gírias populares que designam as pessoas nascidas ou residentes na capital. Ao adotar esse nome, a operadora pública buscou reforçar sua identidade local e cidadã, simbolizando um transporte *feito pela cidade e para a cidade* (Osorio, 2022). A decisão de criar La Rolita se ancorou em três eixos fundamentais:

- (i) assegurar a provisão do transporte público com critérios de justiça social, ambiental e de gênero;
- (ii) fortalecer a capacidade institucional da cidade na gestão e operação do transporte, gerando conhecimento público e reduzindo assimetrias informacionais frente ao setor privado; e
- (iii) reposicionar a cidade como agente protagonista na prestação de serviços, capaz de alinhar inovação tecnológica e inovação social em torno do interesse coletivo.

Figura 3.2: Cenas de La Rolita, a operadora distrital de transporte de Bogotá.



De cima para baixo: (1) panorama da poluição de El Perdomo, na região de Ciudad Bolívar, onde se localiza o pátio da empresa pública La Rolita; (2) vista do pátio de recarga com ônibus elétricos em operação e infraestrutura vertical do tipo plug-in; (3) trabalhadoras da La Rolita, símbolo da inclusão de gênero e da dimensão social da transição energética em Bogotá. Fonte: Pedro Bastos (2023).

Em termos institucionais, La Rolita foi constituída como uma *Sociedad por Acciones Simplificada* (S.A.S.) de economia mista, de propriedade majoritária de Bogotá, com 20% de participação da empresa ENEL Colombia (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2022). A empresa atua no SITP mediante o Contrato Interadministrativo 1224 de 2021, firmado com TransMilenio S.A., que define suas obrigações operacionais e padrões de serviço³.

Enquanto TransMilenio S.A. permanece como autoridade gestora do sistema, responsável pelo planejamento e controle da rede, La Rolita assume a operação direta das rotas zonais, com supervisão pública. A governança é, portanto, híbrida: a direção estratégica é pública, mas há participação do setor energético privado no capital social e na estrutura de fornecimento elétrico, o que garante respaldo técnico e financeiro ao modelo (Bogotá, 2023).

Para viabilizar a operação de 195 ônibus elétricos a bateria atribuídos à La Rolita, foi implantada uma infraestrutura de apoio de alta complexidade técnica. A TransMilenio S.A. coordenou a construção do Pátio Perdomo, com 33.278 m², projetado para realizar a recarga simultânea de até 183 veículos elétricos. A infraestrutura energética foi desenvolvida em parceria com as empresas Celsia Colombia e PC Mejía, responsáveis pela instalação de 21 carregadores verticais do tipo plug-in, capazes de fornecer 360 quilowatts (kW) cada. O sistema elétrico do complexo tem potência total de 8,6 megawatts (MW), suficiente para alimentar simultaneamente todos os veículos em operação e as demais instalações do pátio.

O pátio conta ainda com sete edifícios modulares em containeres, que abrigam oficinas de manutenção, áreas de lavagem, escritórios administrativos, refeitório e espaços voltados ao bem-estar dos trabalhadores – entre eles, salas de descanso, ambientes recreativos e áreas de apoio à amamentação. O investimento em infraestrutura de amamentação pode parecer um detalhe menor, mas traduz com clareza a identidade feminista de La Rolita – um traço que o próprio governo distrital fez questão de destacar em suas comunicações oficiais. A operadora

³ Ver mais em La Rolita, “Nuestra historia”, disponível em: <https://www.odt.gov.co/historia>. Acesso em fev. 2025.

pública subverte um padrão historicamente masculinizado do setor de transporte: cerca de 50% dos 500 trabalhadores iniciais eram mulheres em 2023 – proporção que contrasta fortemente com a média latino-americana, em que a participação feminina raramente ultrapassa 15% (Osorio, 2022Bastos, 2023; De la Torre Ríos e Delgado, 2023).

O apoio da cooperação internacional foi decisivo para que La Rolita se consolidasse como um laboratório urbano de aprendizado, tanto na operação de frotas elétricas quanto na promoção de empregos verdes. A experiência da operadora ilumina como as transições sociotécnicas podem ocorrer de maneira integrada a estratégias de redistribuição urbana e de reconhecimento social. A operadora tornou-se uma referência internacional, inspirando outras cidades latino-americanas, como Santiago (Chile) e Guadalajara (México), no âmbito de programas executados por redes como a C40 Cities, tal como o Programa de Implementação de Ações Climáticas (UCAP-CAI), com financiamento do governo britânico, e o TUMI E-Bus Mission (C40 Cities, 2023; De la Torre Ríos e Delgado, 2023).

Em paralelo, Bogotá lançou em 2022 a campanha *¡Más Mujeres en el Sector Transporte!*, conduzida pela Secretaría Distrital de Movilidad, pela TransMilenio S.A. e pela própria La Rolita. Inserida no marco da *Política Pública de Mujer y Equidad de Género*, a iniciativa buscou promover ações afirmativas para ampliar a presença feminina no transporte, assegurando o pleno exercício dos direitos econômicos, sociais e laborais das mulheres (Bogotá, 2022).

No âmbito desse programa, foram mobilizadas cerca de 4.300 mulheres interessadas em ingressar no setor de transporte público – seja como motoristas, assistentes operacionais ou em funções administrativas. O processo seletivo previa ensino médio completo, idade mínima de 18 anos e, preferencialmente, experiência com veículos pesados. O salário inicial foi de 1.300.000 pesos colombianos (aproximadamente 1.500 reais em 2022), com progressão vinculada a metas e bonificações. Após a pré-seleção, cerca de 300 mulheres participaram de formações específicas em operação de ônibus elétricos, segurança viária e atendimento ao público (Bogotá, 2022).

Durante a visita de campo que fiz ao pátio Perdomo, em fevereiro de 2023, a gerente da operadora, Carolina Martínez Cuéllar, explicou que uma das estratégias para garantir a efetividade da política de inclusão foi assegurar remuneração integral durante a capacitação, mesmo para candidatas que não fossem incorporadas na fase final. A medida buscava responder à vulnerabilidade econômica de muitas participantes, que não poderiam abandonar atividades geradoras de renda nem os trabalhos de cuidado não remunerados que recaem desproporcionalmente sobre as mulheres, segundo a tradição. Sem essa garantia seria praticamente inviável atrair e reter mulheres de contextos precários para um treinamento de dedicação integral. A remuneração, portanto, não teve apenas caráter econômico: operou como instrumento de reparação social, mitigando parte das barreiras estruturais de gênero que limitam o acesso das mulheres ao trabalho formal e tecnicamente qualificado.

Apesar do êxito da iniciativa, nem todas as candidatas seguiram até a operação final. Algumas expressaram insegurança quanto à condução de veículos de grande porte; outras enfrentaram obstáculos domésticos e conjugais, refletindo as tensões que a reorganização dos papéis de gênero provoca nas famílias.

Em depoimento concedido a esta pesquisa, Gabriela de la Torre Ríos, gerente do TUMI E-Bus Mission pelo WRI México (2021–2023), destacou que um dos principais aprendizados da experiência de La Rolita foi a capacidade de tornar visíveis os “campos cegos” das políticas públicas quando se trata de gênero. Embora o programa tenha adotado uma abordagem interseccional desde o início, ainda encontrou limites para antecipar os impactos diferenciados da inserção feminina no mercado formal – tanto na esfera econômica quanto nas dinâmicas de poder doméstico. A ausência de um diagnóstico mais profundo sobre as condições familiares e socioeconômicas das participantes fez com que alguns conflitos emergissem não por falta de preparo técnico, mas pelo efeito transformador da autonomia econômica das mulheres. A transição energética, nesse sentido, revelou-se também uma transição cultural, em que a descarbonização das frotas se entrelaça à reconfiguração das relações de gênero.

Desde sua criação, La Rolita realiza mais de 85 mil embarques diários, atendendo cerca de 53 mil usuários em dez rotas que conectam os diferentes bairros de Ciudad Bolívar (Clavijo, 2025). Em 2025, a empresa contava com 737 funcionários, dos quais entre 52% e 60% eram mulheres, incluindo 383 motoristas – muitas delas chefes de família e migrantes. Do ponto de vista ambiental, a frota elétrica da operadora já evitou a emissão de cerca de 2,6 mil toneladas de CO₂, o que equivale ao plantio de cerca de 2.300 árvores por ônibus, além de reduzir significativamente os níveis de material particulado fino (Largo, 2025).

O reconhecimento não tardou: em 2025, La Rolita recebeu o prêmio Accésit Innovactoras, que destacou seu modelo de inovação social e mobilidade sustentável. No cenário internacional, foi mencionada pela Bloomberg e pela rede Swisscontact/CALAC+, que ressaltaram tanto o impacto social – especialmente o percentual de motoristas mulheres – quanto o potencial de replicação do modelo em outras metrópoles latino-americanas (Swisscontact, 2024).

3.3 Conflitos e lições aprendidas

A implementação da frota elétrica em Bogotá mostrou que o êxito de uma etapa não garante o sucesso da seguinte. O avanço tecnológico, a entrada de novos agentes, as flutuações da cadeia produtiva global e as mudanças nas capacidades industriais criaram um cenário dinâmico, no qual decisões contratuais precisaram ser reinterpretadas à luz de realidades em constante transformação.

Entre os maiores desafios, esteve a construção da infraestrutura de recarga. O modelo colombiano de implantação exigia que TransMilenio S.A., gestora pública do sistema, se articulasse com as empresas de energia e os operadores para erguer os pátios que abrigariam as frotas elétricas. As negociações foram longas e complexas, especialmente em torno de quem arcaria com os custos da instalação dos carregadores e das adequações elétricas.

Além disso, as obras enfrentaram atrasos significativos, segundo conta Mauro Mundu no relatório *Aprendizajes de una Expe-*

riencia de Electrificación en el Transporte Público de Bogotá, Colombia, publicado em 2021. A escassez de terrenos adequados e a morosidade das intervenções civis retardaram a entrega dos pátios, o que obrigou a cidade a adiar a entrada em operação de parte da frota. A crise global de abastecimento, agravada pela pandemia, também afetou os prazos: fábricas na China – de onde vinham os veículos BYD e Yutong – sofreram interrupções, e os gargalos no transporte marítimo comprometeram a logística. Assim, a incorporação dos 1.485 ônibus elétricos entre 2020 e 2022 se deu de forma gradual, acompanhando a disponibilidade de veículos e da infraestrutura de suporte.

Essas dificuldades ocorreram sobre um sistema que já operava sob tensão. Desde sua criação, o Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) vinha acumulando déficits e crises operacionais. A falência de concessionárias como Egobús e Coobús, em 2014 e 2015, fragilizou o equilíbrio financeiro do modelo e reduziu o interesse do mercado em novas licitações. A prefeitura foi obrigada a intervir com aportes bilionários, o que moldou um ambiente de desconfiança entre poder público e operadores nos anos seguintes⁴.

Também houve disputas entre fornecedores, conforme mostra o jornal *El Tiempo* em 21 de setembro de 2019. Em 2018, o Consórcio Green Bogotá – formado pela BYD e por investidores locais – ingressou na Justiça alegando irregularidades em um processo de licitação para ônibus elétricos do corredor Américas. O caso, que expôs divergências sobre critérios técnicos e favorecimentos, só se encerrou anos depois, quando novas licitações foram lançadas e a BYD acabou vencendo a maioria dos contratos, em diferentes consórcios.

A crise financeira do SITP levou a uma série de renegociações contratuais. Em 2019, o então prefeito Enrique Peñalosa assinou aditivos para reequilibrar os contratos, prorrogando concessões e prevendo aportes de 1,7 bilhão de pesos colombianos em subsídios ao longo de dez anos. Já sob a gestão de Claudia López, novas rodadas de negociação foram abertas em 2023, desta vez sob a pressão de condicionalidades impostas pelo

⁴ *El Tiempo*, “Se levantó paro de transportadores en Bogotá”, 22 out. 2014. Disponível em: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14729177>.

governo nacional para liberar o cofinanciamento do transporte público. Nessas mesas, discutiram-se redistribuição de riscos, combate à evasão tarifária e redução de custos operacionais. A resistência dos operadores foi intensa, mas a dependência de recursos federais acabou forçando um acordo.

Além disso, a criação de La Rolita não passou incólume a conflitos. Mesmo diante do desinteresse do setor privado em operar linhas na região de Ciudad Bolívar, muitos operadores temeram que o ingresso do Estado na prestação direta do serviço alterasse o equilíbrio do modelo de concessão e abrisse precedentes para maior intervenção pública. Em meio a esse clima de desconfiança, a prefeita Claudia López procurou reafirmar o sentido da iniciativa. Em discurso proferido em março de 2023, declarou:

La Rolita es una necesidad para Bogotá; es la manera en la que vamos a saber de verdad cuánto cuesta prestar un buen servicio de transporte público. La ciudad va a seguir teniendo operadores privados, pero va a tener uno público para saber de verdad cuánto cuesta el servicio y cómo podemos mejorar su calidad (Barrero, 2023).

Essa tensão culminou em outubro de 2024, quando o Tribunal Administrativo de Cundinamarca – instância judicial responsável por revisar a legalidade dos atos da administração pública no âmbito regional – anulou o decreto que havia autorizado a criação da empresa, alegando a ausência de estudos técnicos e jurídicos prévios, conforme exige a Lei nº 489 de 1998, que regula a organização e funcionamento das entidades estatais na Colômbia.

Para evitar a dissolução da operadora, a prefeitura apresentou ao Concejo Distrital o Projeto de Acordo nº 256 de 2025, destinado a regularizar a participação societária e ratificar a TransMilenio S.A. como acionista majoritária. Até meados de 2025, porém, o projeto ainda não havia sido votado, mantendo um clima de incerteza institucional sobre o futuro da empresa (Puentes, 2024; Concejo de Bogotá, 2025).

Essas experiências resultaram em aperfeiçoamentos contratuais importantes. Nos editais subsequentes, a cidade passou

a exigir alinhamento técnico obrigatório entre fornecedores de frota e de infraestrutura, mitigando riscos operacionais e assegurando interoperabilidade. A definição clara de responsabilidades tornou-se regra: se o contrato prevê autonomia de 250 quilômetros diários, cabe ao fornecedor garantir o desempenho do veículo, e à empresa de energia assegurar a capacidade de recarga para cumpri-lo (*Hablemos de Movilidad*, 2021).

O resultado foi mais do que a simples viabilização da maior frota elétrica da América Latina: foi a consolidação de um novo regime de governança, no qual a cidade aprendeu a converter conflito em aprendizado – fazendo da eletrificação não apenas uma política tecnológica, mas um campo de experimentação pública orientado por missão, no sentido mazzucatiano do termo, em que o Estado lidera a estruturação de novos mercados e propósitos coletivos.

Capítulo 4

Eletromobilidade no Brasil e o caso de São Paulo

Até o ano de 2025, a distribuição dos ônibus elétricos no Brasil revelava um mapa de contrastes. Dos cerca de 107 mil veículos que compunham as frotas urbanas do país, segundo dados da Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos de 2024, apenas 1.168 eram elétricos – menos de 1% (E-Bus Radar, dados de outubro de 2025). Espalhados por pouco mais de vinte municípios, esses veículos formavam uma geografia desigual e concentrada. O estado de São Paulo, sozinho, abrigava 87% de toda a frota elétrica nacional. E, dentro dele, a capital despontava como um microcosmo da transição: 789 ônibus elétricos em operação, sendo três quartos movidos a bateria e o restante, trólebus. Entre os fabricantes, a liderança era nacional: Eletra (brasileira) respondia por 536 unidades, seguida por Mercedes-Benz (alemã), com 159, BYD (chinesa), com 145, e Marcopolo (brasileira), com 1.

Ao contrário do que ocorreu em Bogotá – onde a convergência entre diretrizes nacionais e ambição local parece ter produzido um movimento mais coeso e mutualista –, a experiência brasileira tem sido marcada pela ausência de um centro articulador. Alguns dos esforços voltados a preencher essa lacuna podem ser exemplificados pelo Projeto de Lei nº 2.156, de 2021, que propunha instituir a Política Nacional de Mobilidade Elétrica, mas que, até 2025, não obteve êxito em sua tramitação. A proposta buscava estabelecer diretrizes para estimular a produção e o uso de veículos elétricos, sem, contudo, deixar claro o papel e a centralidade da eletrificação do transporte público coletivo dentro dessa intenção legislativa.

Outro exemplo, também já mostrado no Capítulo 2, é o trabalho desenvolvido pelo Programa Cidades Inclusivas, Sustentáveis e Inteligentes (CISI), coordenado pela Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) em parceria com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços

(MDIC) e a GIZ. O programa buscou pavimentar as bases de um Plano Nacional para a Cadeia de Ônibus Elétricos, articulando-se ao conceito de *Big Push para a Sustentabilidade* – expressão cunhada na economia do desenvolvimento para designar o investimento público como alavanca de inovação, industrialização e, oportunamente, maior justiça social (Gramkow e Oliveira, 2023; Chomsky e Pollin, 2022).

Outros movimentos federais até então recentes, financiados por agências multilaterais como o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), o Banco Mundial e o Fundo Global para o Meio Ambiente, produziram uma série de instrumentos técnicos: guias, manuais e cadernos operacionais que visavam orientar municípios a planejar seus próprios projetos de eletrificação de frotas. São ferramentas sem força normativa, mas com poder difusor – um tipo de política de aprendizagem que poderia preencher o vazio deixado pela falta de uma estratégia nacional (MDR e BID, 2022; MDR e Banco Mundial, 2023).

Esse mosaico de esforços se insere em um contexto político de reconstrução da agenda climática nacional. Entre 2019 e 2022, o país atravessou um ciclo de desarticulação institucional e de menor protagonismo das políticas ambientais, período em que o chamado *negacionismo climático* ganhou espaço como narrativa pública. Mais do que uma divergência ideológica, esse discurso operou como um modo de governo que relativizava a gravidade da crise ambiental e reduzia o papel do Estado na coordenação de políticas de mitigação. Como observa o professor Jean Carlos Hochsprung Miguel (2022), tratou-se de um dispositivo discursivo e político – uma espécie de “política da pós-verdade” – que deslegitimava a ciência e enfraquecia os instrumentos de governança ambiental, com impactos diretos sobre o debate dos caminhos da transição energética.

A mudança de governo em 2023 marcou uma tentativa de reordenar prioridades e reposicionar o país no debate global sobre o clima. Essa inflexão se expressa em políticas que, embora ainda fragmentadas, buscam recolocar o Brasil na trilha da descarbonização – movimento simbolizado, inclusive, pela decisão de sediar a COP 30, em Belém, em 2025 – a Conferência das Partes da ONU sobre o Clima, principal fórum internacional de negociação para

enfrentar o aquecimento global. No plano internacional, o governo apresentou, em 2024, uma nova Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), estabelecendo o compromisso de reduzir as emissões líquidas de gases de efeito estufa entre 59% e 67% até 2035, em comparação aos níveis de 2005 – o que equivale a alcançar entre 850 milhões e 1,05 bilhão de toneladas de CO₂ equivalente – e de atingir a neutralidade climática até 2050 (Brasil, 2024a). A nova meta, submetida à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, reforça o reposicionamento diplomático do Brasil e sinaliza uma tentativa de recuperar a coerência e a ambição perdidas nos anos anteriores.

Desde então, a estratégia do país tem sido apostar em uma matriz múltipla, sustentada sobretudo por soluções incrementais de transporte a combustão mais limpa, como o biometano e o biodiesel, enquanto amplia de forma gradual sua abertura para novas rotas tecnológicas alinhadas ao princípio do desenvolvimento nacional sustentável – um modelo que busca valorizar recursos endógenos e competências locais. Essa opção pela pluralidade tecnológica reflete tanto a ambição de modernizar a matriz energética quanto a dificuldade de escolher um caminho único. Ou, de outro ponto de vista, a cautela em não optar por um caminho único.

É exemplo a Lei nº 14.993, de junho de 2024, que instituiu a Política Nacional de Combustíveis de Baixo Carbono, conhecida como Programa Combustível do Futuro. Sob coordenação do Ministério de Minas e Energia (MME), com participação do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) e de outras pastas setoriais, a política estabelece diretrizes para o avanço de biocombustíveis, biometano, hidrogênio verde e tecnologias de captura e armazenamento de carbono (CCS). Segundo estimativas do MME e da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o conjunto de iniciativas vinculadas à lei poderá mobilizar investimentos da ordem de 260 bilhões de reais até 2037 (Brasil, 2024b). Trata-se de um marco de grande escopo, que se articula a programas já consolidados, como o RenovaBio (Lei nº 13.576/2017) e o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), reforçando a orientação brasileira de combinar múltiplas rotas tecnológicas sob uma mesma agenda de transição energética.

O PROCONVE, instituído em 1986, é uma das experiências mais longevas de regulação ambiental no país voltada ao setor de transportes. Inspirado nas normas europeias (EURO), o programa impôs ao longo das décadas padrões progressivamente mais rígidos de emissão. No entanto, mesmo após oito fases, permanece voltado à mitigação dos impactos da combustão, não à sua substituição. Cada etapa introduziu tecnologias como catalisadores, filtros de partículas, sistemas de pós-tratamento e melhorias nos sistemas de combustão e injeção eletrônica. A defasagem temporal na adoção dessas fases é expressiva: enquanto o padrão Euro 6, equivalente à fase P8 brasileira, entrou em vigor na União Europeia em 2013 para veículos pesados, o Brasil o implementou apenas em 2023 – quase uma década depois. Essa diferença evidencia uma forte dependência de trajetória, marcada pelo peso das escolhas tecnológicas passadas e da infraestrutura produtiva já consolidada (Brasil, 2022).

No terreno industrial, a lógica é semelhante. O Programa Rota 2030, lançado em 2018 e substituído em 2024 pelo Programa MOVER (Mobilidade Verde e Inovação), ampliou o escopo da política automotiva para incluir mobilidade sustentável e logística de baixo carbono. Já o Nova Indústria Brasil, também de 2024, repositiona a reindustrialização como vetor da transição energética. Em paralelo, o Programa Cidades Verdes e Resilientes, lançado em 2024, oferece apoio técnico a municípios interessados em alinhar infraestrutura urbana, transporte limpo e adaptação climática, em parceria com redes internacionais e agências multilaterais. Por sua vez, o Novo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)¹, tradicionalmente voltado a grandes obras de infraestrutura, foi reformulado em 2023 para incorporar a sustentabilidade como pilar central. O programa beneficia 61 cidades em sete estados, com a aquisição de 2.296 ônibus elétricos, 3.015 veículos padrão Euro 6 e 39 equipamentos sobre trilhos para renovar as frotas e modernizar o transporte urbano brasileiro.

O resultado é um ecossistema de políticas que coexistem, mas ainda dialogam pouco com as demandas que uma transição sociotécnica para a eletromobilidade – especialmente em

¹ Ver mais em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/novo-pac-selecoes/mobilidade-urbana-sustentavel-renovacao-de-frota>. Acesso em fev. 2025.

nichos onde ela faz mais sentido, como o transporte urbano – exige para reconfigurar estruturas e práticas consolidadas. Por outro lado, é possível reconhecer o mérito do modelo brasileiro ao apostar em uma matriz múltipla, avessa à dependência tecnológica e aberta à combinação de diferentes rotas energéticas. Nesta defesa, o problema não está na diversidade em si, mas na ausência de uma estratégia nacional capaz de dar o “empurraço” necessário para tornar a tecnologia mais competitiva politicamente.

Neste sentido, o impulso tem vindo das iniciativas *in loco*, que variam conforme o município, o grau de institucionalidade, o acesso à informação técnica e a capacidade das redes de política de pressionar a arena decisória – transformando o *politics* em *policy*, o conflito e a disputa em orientação pública concreta.

4.1 Contexto da transição em São Paulo

Pelo menos três hipóteses ajudam a compreender por que São Paulo se destaca no cenário nacional para a eletromobilidade: sua capacidade econômica e de subsídio ao transporte; a familiaridade com veículos de tração elétrica; e uma legislação ambiental pioneira voltada à redução de gases poluentes em frotas públicas.

Primeiro, vamos à questão econômica. São Paulo é o maior centro econômico urbano do Brasil e a cidade mais populosa da América Latina, com 11,4 milhões de habitantes segundo o Censo IBGE de 2022. Além disso, tem a maior frota do país, com mais de 13 mil ônibus, transportando, em média, 2,5 milhões de pessoas diariamente, segundo dados da São Paulo Transporte S.A. (SPTTrans), controlada pela Secretaria Municipal de Transporte e Mobilidade Urbana. Essa condição lhe confere uma capacidade de arrecadação singular e, portanto, uma margem de manobra fiscal incomum no contexto brasileiro.

O transporte coletivo é talvez o melhor exemplo. Em 2024, a prefeitura repassou 6,7 bilhões de reais em subsídios tarifários às empresas operadoras de ônibus – um aumento de 14,5% em relação a 2023. Esses valores cobriram 58,7% dos custos totais do sistema, estimados em 11,4 bilhões de reais, enquanto o res-

tante (4,6 bilhões de reais) foi pago diretamente pelos usuários, segundo editorial da *Folha de S. Paulo* de 30 de dezembro de 2024.

Aqui, não se pretende afirmar que São Paulo possui uma abundância orçamentária, mas reconhecer algo mais raro no contexto brasileiro: um município que investe recursos próprios de forma sistemática para sustentar o transporte público coletivo, não como despesa, e sim como motor da economia urbana – aquele que permite que pessoas circulem, consumam e que o trabalho aconteça. Em grande parte do país, sobretudo antes da pandemia, o padrão ainda era o oposto – a ausência de subsídio direto e a dependência quase exclusiva das tarifas pagas pelos usuários (Carvalho; INESC, 2018).

Nesse sentido, São Paulo se destaca não pela escala dos repasses, mas por manter uma política de financiamento contínua, que lhe oferece (“talvez”, com todo o cuidado hipotético) maior tolerância ao risco (relativa a outras cidades) e capacidade institucional de experimentar novas tecnologias. Ainda assim, o sistema enfrenta contradições conhecidas: custos elevados, desigualdades territoriais de acesso e uma operação permanentemente tensionada entre eficiência, justiça social e sustentabilidade ambiental (Rolnik e Klintowitz, 2011; Freiberg et al., 2025).

Figura 4.1: Trólebus em operação no centro de São Paulo.



Fonte: Pedro Bastos (2022).

Há, contudo, uma memória técnica que antecede a atual transição. Desde os anos 1950, São Paulo mantém a operação contínua de trólebus – um dos raros casos latino-americanos de permanência dessa tecnologia. A experiência acumulada ao longo de décadas criou familiaridade com sistemas de tração elétrica e consolidou uma cultura técnica singular entre operadores, engenheiros e gestores públicos. Mais do que infraestrutura, trata-se de uma forma de legitimação institucional do elétrico (Ferreira, 1995; Stiel, 1984). Essa herança histórica explica, em parte, por que a agenda de transição para os ônibus a bateria pode ter encontrado, por assim dizer, um certo “cheiro de casa” – mas nem sempre com “afagos” de boas-vindas no quintal, diante da concorrência com soluções incrementais de combustão mais limpa e dos desafios inerentes ao custo de capital. Do ponto de vista político e institucional, pode-se dizer que São Paulo e sua região metropolitana partem de uma condição distinta: não sofrem o mesmo estranhamento de cidades que, nas últimas décadas, não tiveram contato com sistemas elétricos de transporte.

Além disso, São Paulo é uma das cidades brasileiras pioneiras a possuir legislação própria voltada à mitigação das emissões no transporte público. Tudo isso remonta a 2009, quando foi aprovada a Política Municipal de Mudança do Clima (Lei nº 14.933), resultado de intensas negociações entre o poder público e a sociedade civil, durante a gestão do então prefeito Gilberto Kassab (DEM).

A qualidade do ar na capital paulista é um tema antigo – quase existencial na cidade. Ao longo de décadas, São Paulo construiu a fama de ser uma metrópole de céu cinza. Nos últimos vinte anos, os poluentes atmosféricos mais preocupantes – em especial o material particulado ($PM_{2,5}$ e PM_{10}), o ozônio (O_3) e o dióxido de nitrogênio (NO_2) – vêm ultrapassando, de forma recorrente, os limites recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Segundo estudo do Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA) publicado em maio de 2022, São Paulo manteve níveis de poluição acima do aceitável por 22 anos consecutivos, reforçando o caráter crônico do problema. O IEMA é uma das instituições que integram a Coalizão

Respirar, rede de política ativa na cidade que atua na defesa de políticas de qualidade do ar e mobilidade limpa, pressionando por maior coerência entre as metas climáticas e as práticas de transporte urbano.

Em eventos mais recentes, a cidade chegou a liderar *rankings* mundiais de poluição: em setembro de 2024, por exemplo, São Paulo figurou no topo da lista de cidades com pior qualidade do ar segundo o monitoramento em tempo real da IQAir, superando grandes centros como Lahore, Pequim e Jerusalém, segundo matéria da *Forbes Brasil* de setembro de 2024. E mesmo nas medições diárias corriqueiras, estações de monitoramento da CETESB – a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, responsável por medir a qualidade do ar – reportam índices que oscilam entre “moderado”, “ruim” e “muito ruim”, especialmente nos meses de seca ou sob influência de queimadas.

Quase uma década depois da publicação da Política Municipal de Mudança do Clima, a Lei nº 16.802/2018, conhecida como (emenda à) Lei do Clima, promulgada na gestão de João Dória (PSDB, até 2022), deu densidade normativa a esse compromisso. Ela estabeleceu metas rígidas para a substituição progressiva da frota de transporte coletivo e de veículos de coleta de resíduos urbanos. As emissões de CO₂ deveriam ser reduzidas em 50% em 10 anos e eliminadas até 2038 (tendo 2016 como ano-base). As reduções para material particulado e óxidos de nitrogênio foram fixadas em 90% e 80% em 10 anos, chegando a 95% também em 2038. A cada licitação, os novos veículos deveriam ser, obrigatoriamente, mais limpos do que os anteriores.

Vale destacar que, naquele momento, apenas 1,5% da frota de ônibus atendia aos parâmetros definidos pela emenda à Lei do Clima (Aliança ZEBRA, 2025). Além disso, essa nova legislação não priorizava nenhuma tecnologia específica, cabendo ao município definir, a partir de estudos técnicos e da contribuição de parceiros especializados, a solução mais adequada para atingir a meta de descarbonização. Como mostrado no Capítulo 2, a Aliança ZEBRA foi um desses parceiros, passando a integrar a engrenagem decisória da cidade como braço de cooperação internacional.

O Comitê Gestor do Programa de Acompanhamento da Substituição de Frota por Alternativas Mais Limpas (COMFROTA), criado pelo Decreto nº 58.323/2018, também desempenhou um papel relevante. Trata-se de um organismo de governança interinstitucional, composto por representantes da prefeitura, operadoras de transporte, empresas de limpeza urbana, entidades empresariais (como a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – FIESP e a Associação Nacional de Transportes Públicos – ANTP), organizações ambientais (como a Fundação SOS Mata Atlântica, convidada para as discussões), instituições de pesquisa e cooperação técnica (como o Instituto de Engenharia e o International Council on Clean Transportation – ICCT) e associações setoriais, entre elas a Associação Brasileira do Veículo Elétrico – ABVE.

A discussão sobre as rotas tecnológicas para a descarbonização do transporte em São Paulo esteve longe de ser consensual. Alternativas como os biocombustíveis (etanol e biodiesel) e o gás natural veicular foram consideradas caminhos possíveis. No entanto, ao longo do processo, estudos técnicos e análises de custo-benefício apontaram maior viabilidade ambiental, operacional e de mercado para os ônibus elétricos a bateria, levando à decisão da cidade de São Paulo de priorizar a eletromobilidade como eixo principal da estratégia municipal – enquanto outras tecnologias de “emissão zero”, como o hidrogênio, permaneciam em fase experimental.

4.2 O modelo paulistano de subvenção parcial

Quando a emenda à Lei do Clima foi promulgada, em 2018, São Paulo atravessava um momento decisivo: o processo licitatório para o novo sistema de concessões do transporte coletivo por ônibus estava em curso. Essa confluência de fatores produziu uma rara janela de oportunidade. De um lado, as novas metas de redução de emissões criavam sinergia para apostar em rotas mais ambiciosas de descarbonização; de outro, os contratos em elaboração ofereciam um horizonte jurídico e temporal capaz de consolidar essas metas em compromissos verificáveis.

Ficou definido que as empresas vencedoras da licitação deveriam apresentar, em até 120 dias, um cronograma de renovação de frota em conformidade com a nova lei – com liberdade para escolher suas próprias rotas tecnológicas. Caberia a cada operadora decidir como reduzir suas emissões. A expectativa, reforçada pela pressão regulatória e pela atmosfera política do momento, era de que essas escolhas acabariam, cedo ou tarde, convergindo para os ônibus elétricos.

Os contratos previam metas anuais de redução de emissões de carbono e de poluentes locais, permitindo o acompanhamento contínuo da curva de descarbonização do sistema. Esse mesmo período coincidiu com a realização do primeiro piloto de ônibus elétricos a bateria na cidade: a linha 6030-10 (Unisa – Terminal Santo Amaro), operada em parceria entre a fabricante BYD e a empresa Transwolff, sob coordenação da SPTrans. O projeto contou com 18 veículos em um trajeto de cerca de 30 quilômetros, com infraestrutura de recarga instalada na própria garagem da operadora. A experiência deu o pontapé inicial para que iniciativas isoladas de eletrificação surgissem de forma autônoma, lideradas pelos próprios operadores segundo suas condições técnicas e financeiras (ICCT, 2022a).

Em 2022, já sob a gestão de Ricardo Nunes (MDB), a cidade ingressou em uma nova fase – a de planejar a escalabilidade e assumir um papel mais ativo nisso. A meta de eletrificar 20% da frota até o final de 2024, equivalente a cerca de 2.600 veículos, foi incorporada ao Programa de Metas 2021–2024 (Cidade de São Paulo, 2021). Para viabilizar o objetivo, a SPTrans publicou uma circular, em outubro de 2022, declarando a proibição da compra de novos ônibus movidos exclusivamente a diesel pelos operadores da cidade.

Esse gesto, embora potente em sua dimensão política, não foi isento de ruídos – mais pela forma como foi comunicado, abrindo brechas para múltiplas ambivalências, do que por seu conteúdo em si. Mesmo com o horizonte legislativo já estabelecido pela emenda à Lei do Clima e suas metas de médio e longo prazo, o mercado ainda não estava preparado para atender à urgência da renovação da frota. Muitos operadores continuaram adquirindo ônibus a diesel em versões mais limpas,

como o padrão Euro 6, tanto para substituir veículos obsoletos quanto para evitar prejuízos à prestação do serviço diante dos longos prazos de entrega dos ônibus elétricos ou de outras tecnologias emergentes.

Em entrevista à *Technibus*, publicada em 17 de outubro de 2022, Francisco Christovam, então presidente do Sindicato das Empresas de Transporte Coletivo Urbano de Passageiros de São Paulo (SPUrbanuss) e da Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU), observou que as operadoras paulistanas renovavam, em média, 120 veículos por mês – um ritmo incompatível com a capacidade de fornecimento da indústria de elétricos naquele momento. Além disso, a proibição se referia apenas aos veículos movidos exclusivamente a diesel, o que levou à interpretação de que os modelos híbridos e a gás natural poderiam funcionar como pontes tecnológicas em direção a uma frota de emissão zero.

A circular da SPTrans gerou dúvidas imediatas: o que fazer com os veículos já comprados, mas ainda em fase de produção ou entrega? Poucos dias depois, a própria SPTrans esclareceu que essas aquisições poderiam ser incorporadas à operação de maneira tolerada, uma vez que a restrição se aplicaria apenas a novas compras realizadas após a data do comunicado. Também permanecia permitida a compra de micro-ônibus, diante da escassez de modelos elétricos disponíveis desse tipo no mercado.

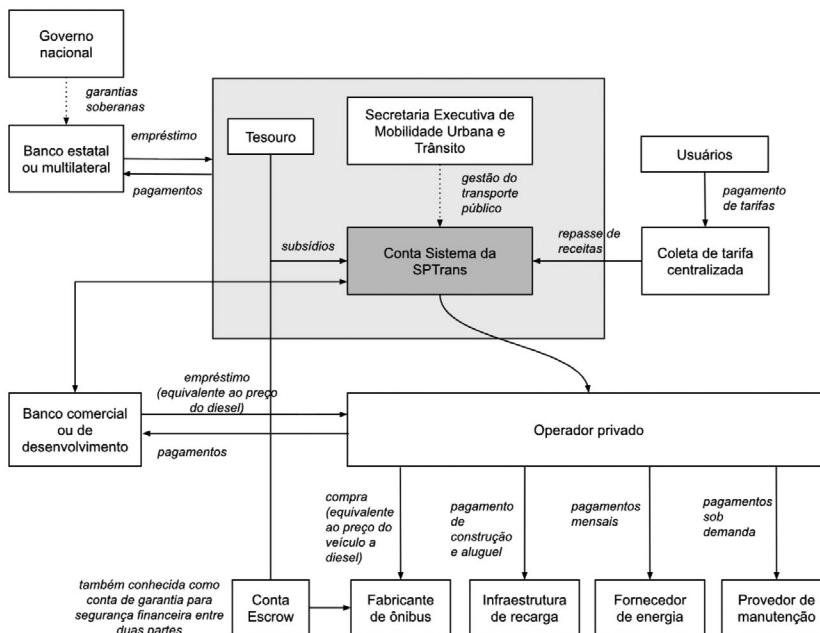
Para cumprir a meta de eletrificar 20% da frota até 2024 e, ao mesmo tempo, atuar como catalisadora do processo – sobretudo nas etapas iniciais, quando o risco ainda assusta –, coube à prefeitura de São Paulo redesenhar seus próprios instrumentos de ação. Era preciso encontrar um modelo capaz de mover o sistema sem paralisá-lo, de ajustar engrenagens sem desmontar a máquina. O relatório técnico *Implantação de Ônibus Elétricos na Cidade de São Paulo*, produzido em 2025 no âmbito da Aliança ZEBRA conta que a cidade identificou um obstáculo central: se fosse delegar integralmente a compra dos ônibus elétricos às operadoras contratadas, a transição se tornaria financeiramente inviável – onerosa demais para elas e insustentável demais para o poder público pagar a conta.

Isso porque, nos contratos vigentes (firmados em 2019), a lógica de remuneração previa uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 9,1%, índice que determina quanto o capital investido deve ser remunerado ao longo da concessão. Na prática, qualquer novo investimento – inclusive a compra de ônibus elétricos – implicaria um custo adicional para o poder público, que teria de compensar financeiramente os operadores nessa mesma taxa. O resultado era um paradoxo: um sistema que, em vez de estimular a inovação, a tornava mais dispendiosa. O futuro, nesse arranjo, saía mais caro do que o presente.

Nesse cenário, a cidade cogitou criar um modelo de *subvenção total*, em que o poder público assumiria integralmente a compra dos ônibus, financiando-os com empréstimos a juros mais baixos – uma alternativa tentadora para ajudar a cumprir com as metas climáticas, especialmente diante das taxas elevadas enfrentadas por operadores privados. Mas a solução carregava um dilema: significava substituir o contrato de concessão por um contrato de prestação de serviço de operação de uma frota pública por um ente privado.

A opção, portanto, foi seguir pelo meio-termo: oferecer uma *subvenção parcial*. A alternativa encontrada foi recorrer a empréstimos junto a bancos públicos e de desenvolvimento, obtidos a taxas de juros mais favoráveis – cerca de 3,4% ao ano. Com isso, a prefeitura passou a transferir diretamente aos fabricantes o montante equivalente à diferença de custo entre os modelos elétricos e os a diesel, eliminando o “custo financeiro” do intermediário e garantindo maior eficiência no uso dos recursos públicos. A SPTrans ficou responsável por supervisionar contratos e parâmetros técnicos. E, por sua vez, as operadoras se mantiveram proprietárias dos veículos, responsáveis por operação e manutenção. Trata-se de uma engenharia institucional delicada, desenhada para equilibrar incentivos públicos e compromissos privados, inspirada na experiência de Bogotá, mas com adaptações à realidade local.

Figura 4.2: O modelo de subvenção parcial adotado na cidade de São Paulo.



Fonte: Reprodução do esquema visual elaborado pela Aliança Zebra em *Implantação de Ônibus Elétricos na Cidade de São Paulo* (2025, p. 23).

Antes de formalizar o arranjo financeiro, a prefeitura submeteu o modelo a um crivo jurídico minucioso. A questão parecia simples, mas continha uma armadilha: poderia o poder público financiar, com crédito próprio, bens operados por concessionárias privadas? À primeira vista, a resposta seria negativa, já que o artigo 21 da Lei nº 4.320/1964 proíbe “auxílios” a empresas com fins lucrativos. No entanto, o parecer jurídico encontrou uma fissura – estreita, porém engenhosa – que mudaria o rumo da política de mobilidade paulistana: a diferença entre auxílio orçamentário e transferência de capital. Esta última, prevista no artigo 12, parágrafo 6º, da mesma lei, autoriza aportes destinados a investimentos de interesse público, ainda que sem retorno financeiro direto. Assim, os empréstimos contratados pela prefeitura e repassados aos fabricantes foram classificados como *transferência de capital*, juridicamente amparadas e politicamente orientadas ao interesse público.

O resultado foi um arranjo de “vantagens multilaterais” (Aliança Zebra, 2025). O modelo permite que a prefeitura cumpra seus contratos de concessão sem romper a arquitetura original do sistema, ao mesmo tempo em que gera economia – estimada em 4,8 bilhões de reais ao longo de 12 anos, segundo projeções da legislação tributária de 2023. Mais do que uma manobra contábil, trata-se de uma estratégia de coordenação: o poder público estimula a modernização tecnológica sem assumir o protagonismo da operação. Os operadores mantêm a liberdade de escolher seus fornecedores, o que preserva a competição e difunde o aprendizado técnico dentro de fronteiras regulatórias bem definidas. A subvenção, concedida até o teto estabelecido pela administração municipal, respeita o princípio da isonomia e garante que o incentivo não se converta em privilégio.

No fundo, o que se construiu foi uma nova arquitetura de governança: os operadores permanecem donos dos veículos (e, portanto, responsáveis por manutenção, substituição e recarga), enquanto a prefeitura assumiu o papel de indutora financeira da transição, atuando pela via do crédito, e não da posse.

4.3 Desafios e conflitos

Um dos mecanismos condicionantes para o repasse do dinheiro público aos fabricantes é o chamado modelo *turnkey* – ou, literalmente, “chave na mão”. Em termos simples, significa que os fabricantes entregam os ônibus elétricos às concessionárias pelo mesmo valor de um veículo a diesel, enquanto a prefeitura paga a diferença somente quando os veículos estão efetivamente prontos para operar: carregados, licenciados e com toda a infraestrutura disponível. O arranjo é engenhoso, mas lança luz sobre um paradoxo das transições tecnológicas: a defasagem entre a inovação e as condições reais de implementá-la.

Foi o mesmo impasse vivido por Bogotá: a prontidão da infraestrutura. A chegada dos veículos não garantia, por si só, a existência de garagens adaptadas, redes elétricas reforçadas ou carregadores operacionais. O problema, portanto, não estava no ônibus, mas no ecossistema que o faria rodar – um entorno urbano e energético que, apesar das intenções mo-

dernizadoras, ainda não estava pronto para a transição que já havia começado.

Isso fez emergir dois problemas distintos, mas interligados.

O primeiro diz respeito à infraestrutura de recarga – o elo mais frágil e, ao mesmo tempo, mais complexo da cadeia da eletrificação. O modelo adotado em São Paulo distribui as responsabilidades entre diversos atores: as operadoras devem licenciar suas garagens, adquirir e instalar os carregadores; a concessionária de energia elétrica, a multinacional italiana Enel, responde pelas conexões externas e pelo reforço da rede de distribuição da cidade, enquanto seu braço empresarial, a Enel X, oferece soluções comerciais para a infraestrutura interna dos pátios – quando contratada para isso, já que há outros fornecedores no mercado. A prefeitura, por meio da SPTrans, supervisiona o processo e viabiliza o financiamento dos veículos, mas não executa nem financia diretamente as obras elétricas.

Esse arranjo, embora coerente com a lógica da concessão de serviços, criou um descompasso entre o tempo da política e o tempo da infraestrutura. A chegada dos ônibus elétricos se antecipou à capacidade da cidade de prover energia para recarregá-los. As garagens são outro desafio: instalar dezenas de estações de carga em um mesmo pátio implica reduzir vagas de estacionamento e reorganizar fluxos internos, exigindo reformas, ampliações e soluções de engenharia específicas. O problema se torna ainda mais complexo no que se refere à conexão com a rede elétrica. Muitas garagens operam com fornecimento em baixa tensão, como consumidores comuns, e precisam ser convertidas para média ou alta tensão, com novos transformadores, obras civis e ligação direta às subestações.

Esse processo é lento, custoso e territorialmente disperso. Bairros inteiros podem ter sua carga elétrica afetada se uma grande garagem começar a puxar megawatts de potência sem reforço da rede. Assim, a expansão da frota elétrica depende de obras de reforço distribuídas por toda a cidade, envolvendo aprovação de projetos pela concessionária, escavação de vias e assentamento de novos cabos e transformadores. Trata-se de uma transição que acontece tanto nos pátios quanto debaixo da

terra – no concreto e nas valas que redesenham silenciosamente a infraestrutura urbana.

Para dar conta dessas adequações, em 2024, a Enel X apresentou à prefeitura um orçamento de 1,6 bilhão de reais para adequar todas as garagens do sistema, quase três vezes o valor estimado inicialmente pelo município, que esperava algo em torno de 650 milhões de reais, segundo informações da *Folha de S. Paulo*, de 5 março de 2024. Diante desse impasse, nem as operadoras de transporte nem o poder público quiseram – ou puderam – absorver integralmente o custo. A Enel, por sua vez, argumentava que cumpria os prazos regulatórios fixados pela Agência Nacional de Energia Elétrica, que estabelecem até 120 dias para a execução das ligações elétricas após a assinatura dos contratos (Estado de S. Paulo, 21 mar. 2025). No entanto, esse prazo não inclui etapas preliminares, como vistorias técnicas, ajustes de projeto e autorizações municipais, o que na prática estende o cronograma. A empresa também alegou que cada garagem possui uma complexidade técnica diferente, exigindo soluções personalizadas que demandam tempo e investimento.

Figura 4.3: Entrega de ônibus elétricos a bateria em abril de 2025 na capital paulista.



Fonte: Prefeitura de São Paulo, “Prefeitura entrega mais 115 novos ônibus elétricos à bateria, sendo 5 com câmeras integradas ao Smart Sampa”, 3 abr. 2025.

O resultado foi um cenário de infraestrutura aquém da demanda, com dezenas de ônibus elétricos prontos, mas impossibilitados de operar. Em março de 2025, a própria SPTrans reconheceu que cerca de 80 veículos estavam parados nas garagens aguardando ligação elétrica, número que o prefeito Ricardo Nunes elevou para 130 ônibus em declarações posteriores. Ele chegou a alertar para o risco de um “apagão no transporte” caso as novas conexões não fossem concluídas a tempo (Diário do Transporte, 23 abr. 2025).

O segundo problema emergiu do próprio modelo financeiro de subvenção adotado. Isso significa que, enquanto as garagens permanecem sem energia, os fabricantes não recebem pelos ônibus já entregues, acumulando prejuízos. A Mercedes-Benz do Brasil é o caso mais emblemático: entre 2023 e 2025, entregou 175 ônibus elétricos à cidade, mas não recebeu o pagamento no tempo esperado porque os veículos permaneceram estacionados à espera de conexão elétrica. A empresa estimava um prejuízo de 300 milhões de reais e custos mensais de 3 a 3,5 milhões de reais decorrentes da falta de recebimento (InsideEVs UOL, 26 abr. 2025; Diário do Transporte, 23 abr. 2025). A montadora propôs à cidade revisar o modelo, sugerindo desvincular o pagamento da entrega da infraestrutura ou aplicar multas às partes que não cumprirem prazos – incluindo a própria concessionária de energia.

A prefeitura, contudo, resistiu a alterar a lógica do modelo, defendendo que o pagamento condicionado à operação efetiva garante controle e integração entre os elos da cadeia. Formalmente, o poder público sustenta que seu papel é apenas viabilizar o crédito para que as concessionárias adquiram os veículos (*ibid.*).

Com os impasses da infraestrutura, a questão legislativa voltou ao centro do debate em 2025. Desde a promulgação da emenda à Lei do Clima (Lei nº 16.802/2018), São Paulo vivia uma tensão permanente entre o ideal normativo e a realidade operacional. Como mostrado neste capítulo, a legislação estabelecia metas ambiciosas: reduzir em 50% as emissões de gases de efeito estufa do transporte público até 2028 e zerá-las até 2038, tomando 2016 como ano-base. Na interpretação da SPTrans, cum-

prir a meta intermediária significava ter cerca de 6 mil ônibus de emissão zero em operação até 2028 – uma projeção que, no papel, parecia plausível, mas que na prática logo se revelou uma ficção administrativa (ResetUOL, 10 abr. 2025).

A conta, no entanto, era conceitualmente imprecisa. A cidade partiu do pressuposto de que, se 100% da frota em 2018 era poluente, então reduzir 50% das emissões equivaleria a ter metade dos veículos sem emissões em 2028. Em outras palavras, traduziu-se uma meta de mitigação em uma meta de substituição, desconsiderando variáveis como eficiência energética, padrões de emissão por veículo e o papel de tecnologias intermediárias. Essa leitura simplificadora transformou uma diretriz climática em uma equação aritmética – elegante em sua clareza, mas insuficiente diante da complexidade técnica da transição. E, sobretudo, impopular: o fermento perfeito para inflamar o politics, onde cada número vira argumento e cada meta, um campo de negociação e arguição.

Em abril de 2025, apenas 789 ônibus elétricos circulavam na cidade, menos de um sexto do necessário para atingir a meta intermediária. Reconhecendo a defasagem, a Câmara Municipal havia aprovado no fim de 2023 uma emenda flexibilizando a lei, eliminando o objetivo de 50% em 2028 e mantendo apenas o compromisso de neutralização total até 2038. O gesto, contudo, desencadeou uma reação em cadeia: a mudança foi contestada judicialmente e suspensa por decisão liminar em Ação Direta de Inconstitucionalidade, restabelecendo as metas originais.

O impasse jurídico ganhou contornos simbólicos. De um lado, Ministério Público e redes de política climática defendem a manutenção da meta de 2028 como garantia de coerência institucional. De outro lado, as empresas operadoras e parte da prefeitura a consideraram irreal, “utópica”, nas palavras do próprio prefeito Ricardo Nunes, alegando que o cumprimento integral demandaria uma infraestrutura e um ritmo de financiamento “que simplesmente não existem”. O município, por sua vez, sustentou que a responsabilidade de recorrer da decisão caberia à Procuradoria do Estado, uma vez que a disputa tramitava no Tribunal de Justiça de São Paulo (*ibid.*).

Em janeiro de 2025, a Câmara Municipal aprovou uma nova revisão da política, convertida na Lei nº 18.225/2025, que reafirma a meta final de zerar as emissões de CO₂ de origem fóssil até 2038 e reduzir em pelo menos 95% o material particulado e os óxidos de nitrogênio (NO_x). No entanto, a lei voltou a suprimir o marco intermediário de 2028, antes previsto como etapa de verificação do progresso da transição. O resultado é um cenário de instabilidade normativa, em que a política avança por revisões sucessivas – mais guiada pelo atrito entre ambição ambiental e viabilidade operacional do que por uma trajetória previsível. Uma transição em movimento – e, portanto, necessariamente imperfeita.

Palavras finais

5.1 Missões que se tropicalizam, cidades que se internacionalizam

As páginas anteriores são, inevitavelmente, uma fotografia: um recorte de um tempo em que os ônibus elétricos deixaram de ser promessa e passaram a compor a agenda concreta das cidades latino-americanas. No ciclo das políticas públicas, o momento da avaliação ocorre quando a poeira da implementação começa a assentar; aqui, porém, enquanto essas conclusões são escritas, em outubro de 2025, essa poeira ainda estava no ar. É cedo para dizer se o modelo de subvenção parcial de São Paulo se mostrará sustentável, se a experiência feminista de La Rolita resistirá às pressões de mercado, ou se outras iniciativas, espalhadas por cidades que não couberam neste livro, consolidarão legados duradouros. As políticas se reinventam conforme novos desafios emergem, e a própria velocidade das transições tecnológicas faz com que qualquer diagnóstico corra o risco de envelhecer antes mesmo de ser impresso.

Mas talvez esse seja o ponto. Este livro não buscou capturar o “êxito” das políticas, e sim o instante em que elas se formam – aquele período turbulento em que um novo paradigma começa a se insinuar, buscando o seu momento de frenesi (Perez, 2002; 2009). É o intervalo em que instituições tateiam entre o velho e o novo regime, quando as promessas tecnológicas ainda são frágeis e a experimentação se converte, ela própria, em forma de governo. A história aqui narrada não é a de uma política concluída, mas a de um processo em movimento, no qual cada decisão, cada arranjo de cooperação internacional e cada contrato firmado com operadores de transporte público coletivo traduzem a tentativa de dar forma a uma política orientada por missão – a de reconciliar o transporte público com as pressões e exigências do século XXI: um mundo que busca ser mais limpo, menos

quente e, sobretudo, mais aberto a experimentações que ajudem a construir um repertório coletivo de aprendizado sobre a realidade e o porvir.

Uma das conclusões a que se pode chegar é que, de fato, o horizonte missionário proposto por Mazzucato (2022) não é de todo alheio às dinâmicas e aos casos aqui estudados. O papel das missões de cooperação internacional na formação de agendas e no empurrão à implementação de projetos de ônibus elétricos a bateria cumpre, em muitos sentidos, a função de um Estado empreendedor (2014) – aquele que assume riscos, antecipa mercados e cria as condições institucionais para que a inovação floresça. Só que, no caso latino-americano, esse protagonismo não parte necessariamente e/ou exclusivamente dos Estados nacionais, mas de uma constelação transnacional de atores públicos e não públicos, entrelaçados por redes de financiamento, conhecimento e legitimidade política. A “missão”, aqui, se fragmenta e se desloca: o impulso empreendedor vem de fora, mas sua tradução – sua materialidade política – ocorre dentro dos campos urbanos, onde as cidades se tornam o verdadeiro laboratório da transição.

Em certo sentido, essas missões operam como substitutas funcionais do Estado empreendedor mazzucatiano. Assumem o papel de articular recursos, construir pontes institucionais e reduzir as incertezas de um mercado em formação, especialmente onde o Estado nacional se mostra incapaz de coordenar a transição. No entanto, sua eficácia depende menos do desenho internacional e mais da capacidade das cidades de internalizar a agenda, reinterpretando-a segundo seus próprios regimes políticos, marcos regulatórios e disputas locais.

Trata-se de um empreendedorismo por delegação, no qual a inovação não nasce de um centro, mas de uma rede descentralizada de atores (governos locais, entidades multilaterais, organizações da sociedade civil etc.) que compartilham não tanto uma estrutura de poder, mas um vocabulário comum de missão. Esse vocabulário legitima a ação pública em meio à incerteza: falar em missão é falar em futuro, mas também em risco, em experimentação, em tentativas que erram e recomeçam.

No caso latino-americano, o resultado é um hibridismo peculiar de formação de política pública: **missões internacionais**

que se tropicalizam e cidades que se internacionalizam, dissolvendo as fronteiras entre o que é política externa e o que é política urbana. É nessa ambiguidade – entre a cooperação e a negociação, entre o campo global e o local – que as transições sociotécnicas encontram terreno fértil para se fazerem políticas concretas.

O que emerge, ao fim, é a configuração de um campo – agora no sentido *bourdieusiano* – onde os indivíduos deixam de ser meros atores para se tornarem agentes. Não agentes no sentido genérico de quem atua, mas de quem ocupa posições estruturadas dentro de uma rede de forças, nas quais o que se pode dizer ou fazer depende do volume e do tipo de capital disponível, seja econômico, político, simbólico ou técnico. É nesse espaço que se disputa a autoridade para definir o que conta como inovação, quem fala em nome da sustentabilidade e quem decide os rumos da transição.

É nesse campo em movimento (feito de equilíbrios instáveis entre o técnico e o político, entre o saber e o poder) que as cidades se tornam o palco mais visível das transições. Bogotá e São Paulo talvez expressem de modo mais nítido essa disputa: nelas, os capitais técnico e políticos se entrelaçam para dar forma à infraestrutura material da mudança. Cada garagem, cada rota, cada acordo se torna uma condensação das tensões entre o que é possível, o que é desejável e o que é financeiramente viável.

Os casos de Bogotá e São Paulo ilustram com nitidez o calcanhar de Aquiles das transições sociotécnicas: quando a tecnologia se instala, o gargalo se desloca. O problema deixa de ser a disponibilidade dos veículos e passa a ser a infraestrutura de recarga – seu custo, sua logística, sua integração com a rede elétrica e, sobretudo, seu lugar físico na cidade.

Em Bogotá, a implantação dos pátios elétricos expôs os limites de um tecido urbano denso e desigual, no qual as condições geográficas do sul da cidade exigiram soluções verticais e modulares. Em São Paulo, o desafio é de outra natureza: a escala metropolitana e a complexidade da rede de distribuição impõem negociações permanentes entre prefeitura, concessionárias de energia e operadores privados.

Esses obstáculos revelam uma verdade estrutural das transições tecnológicas: uma vez resolvidos os problemas do nicho, os conflitos migram para o nível sistêmico. Quando a infraestrutura deixa de ser o gargalo técnico, surgem as questões macro – de uso do solo, regulação urbana e planejamento energético – que passam a redefinir o próprio projeto de cidade.

A eletromobilidade, portanto, não é apenas uma questão de frota ou de emissões: é uma questão urbana. O modo como as cidades lidam com sua topografia, densidade, clima e desigualdade territorial molda tanto a viabilidade técnica quanto o significado político da transição. Um ônibus elétrico em Bogotá enfrenta as ladeiras pouco asfaltadas e de geometria difícil de El Perdomo, além da rarefação do ar a 2.600 metros de altitude; em São Paulo, percorre distâncias pendulares, enfrenta congestionamentos, também sobe e desce ladeiras e depende de um planejamento minucioso para que os veículos não parem simplesmente por falta de autonomia. Em ambos os casos, a tecnologia revela novos olhares sobre o espaço urbano. O que antes passava despercebido – a inclinação das ruas, a localização das garagens, a carga das redes elétricas – passa a ganhar centralidade, criando uma nova gramática do planejamento urbano, onde energia, território e mobilidade deixam de ser esferas separadas para se tornarem partes de um mesmo projeto de cidade.

As conclusões aqui apresentadas, contudo, não ignoram os desafios e as limitações que o percurso de pesquisa enfrentou. A mais evidente delas é a escassez de dados transparentes e padronizados sobre as frotas de transporte público coletivo no Brasil e em outros países da região, sobretudo no que diz respeito à distribuição por fonte de energia. Essa lacuna restringe a possibilidade de análises comparativas mais robustas e reflete um traço estrutural do setor: o modelo fragmentado de governança, no qual o transporte coletivo por ônibus é gerido majoritariamente em instâncias locais, com métodos de monitoramento, avaliação e aprendizado que variam enormemente entre as cidades – e, por isso, são de difícil consolidação em repositórios públicos.

Essa fragmentação também impõe desafios à contabilização de emissões, uma vez que os cálculos dependem de fato-

res de emissão distintos e pouco harmonizados, o que limita a comparabilidade e a precisão das estimativas. Nesse contexto, o trabalho da plataforma E-BusRadar.org é excepcional por representar uma das poucas iniciativas regionais capazes de sistematizar dados sobre a adoção de ônibus elétricos na América Latina, combinando informações de diversas fontes e oferecendo um panorama consistente da transição tecnológica no transporte público urbano.

Outro ponto diz respeito ao recorte empírico adotado no Capítulo 2, centrado em dois programas emblemáticos: a Aliança ZEBRA e a TUMI E-Bus Mission. Ambos oferecem uma leitura privilegiada das engrenagens da cooperação internacional e de seus efeitos sobre as políticas de eletromobilidade, mas, inevitavelmente, deixam escapar parte do quadro – sobretudo as experiências que florescem em cidades médias e pequenas, onde a transição ocorre longe dos holofotes. Além disso, os dados consultados, em grande parte provenientes de fontes públicas e institucionais, tendem a realçar narrativas de êxito, muitas vezes mais celebratórias do que analíticas, o que pode ocultar as tensões e contradições inerentes aos processos reais de implementação e que são muito caras para um trabalho científico.

O uso da observação participante foi, nesse sentido, uma ferramenta preciosa. Permitiu observar (dentro dos limites éticos e metodológicos) os bastidores da formulação das políticas, as negociações invisíveis e as dinâmicas sutis de poder que escapam aos relatórios oficiais. Essa dimensão empírica, mais vivida do que registrada, iluminou os interstícios entre o discurso e a prática, revelando o trânsito das ideias: como elas se deslocam, se adaptam e ganham forma no interior das redes de cooperação que sustentam essa arquitetura da transição.

5.2. Uma agenda de pesquisa para o Brasil

A opção por analisar o processo de formação de políticas públicas a partir da escala latino-americana trouxe ganhos evidentes: permitiu observar padrões regionais, a circulação de ideias e a formação de missões compartilhadas em torno da descarbonetização do transporte coletivo. No entanto, essa mesma escolha

impôs limites metodológicos. Ela dificultou o mergulho em certas dimensões mais íntimas do planejamento de transportes no contexto brasileiro.

Ainda assim, ao longo do percurso analítico, algumas hipóteses emergiram com nitidez. Não são conclusões, mas linhas de reflexão – pontos de partida para um debate sobre os possíveis “transbordamentos” positivos que uma agenda de ônibus elétricos poderia gerar no país. Este item final se dedica, portanto, a apresentá-las: não como respostas, mas como mapas de sentido capazes de iluminar as encruzilhadas em que se encontra hoje a política de transição do transporte público brasileiro. E, por isso mesmo, uma agenda de pesquisa que combine a transição sociotécnica via eletrificação com as especificidades institucionais e territoriais do Brasil.

A primeira delas retoma as discussões do INCT Observatório das Metrópoles sobre a necessidade de um pacto metropolitano para o transporte público coletivo (Rodrigues e Bastos, 2022; Ribeiro, Azevedo e Rodrigues, 2024).

Entre os possíveis desdobramentos da eletrificação das frotas públicas no Brasil, talvez um dos mais transformadores residisse na chance de reconfigurar as escalas de governança do transporte coletivo. A transição sociotécnica, ao exigir coordenação entre infraestrutura, novos contratos e carteiras mais plurais de financiamento (como demonstraram os estudos de caso), acabaria por evidenciar o quanto o modelo municipalista do país poderia se beneficiar de uma racionalidade metropolitana, sobretudo no que diz respeito ao papel dos estados como articuladores e cofinanciadores, instância que praticamente não aparece nas ações das missões.

O Brasil teria, assim, uma oportunidade rara: transformar a agenda tecnológica em projeto institucional. Desde a Constituição de 1988, a autonomia municipal se consolidou, mas sem a contrapartida de uma governança capaz de operar as metrópoles como sistemas integrados. O resultado é um mosaico fragmentado – redes de transporte que não se comunicam, tarifas que não se cruzam, responsabilidades sobrepostas e um cotidiano urbano que revela, todos os dias, as fronteiras do Estado sobre um território que já não cabe em suas divisões administrativas.

Uma segunda hipótese residiria na oportunidade estratégica de reposicionar a indústria automotiva brasileira como protagonista regional da transição verde, tendo as frotas elétricas como núcleo dessa agenda. Inserido na lógica do *Big Push para a Sustentabilidade*, promovido pela CEPAL, o país poderia articular inovação tecnológica, dinamismo econômico e eficiência ambiental em um projeto capaz de reconciliar reindustrialização e ação climática.

Com uma das maiores bases produtivas de chassis e carrocerias do mundo (Calandro e Campos, 2003), o Brasil partiria de uma posição privilegiada. Ainda assim, por estar historicamente orientada ao diesel, a indústria nacional ainda não se mostra capaz de estruturar uma cadeia local de produção de baterias, motores e sistemas de tração elétrica. Existem esforços pontuais nesse sentido – projetos de pesquisa e desenvolvimento financiados por agências públicas, linhas de crédito do BNDES¹ e da Finep², além de anúncios de fábricas de baterias na Bahia e empreendimentos voltados à mineração e beneficiamento de lítio no Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais³ –, mas eles permanecem dispersos e de alcance limitado.

Sem uma estratégia industrial consistente, o país corre o risco de se tornar mero consumidor de ônibus elétricos estrangeiros, reproduzindo o padrão de reprimarização e reduzindo sua autonomia tecnológica. Trata-se, como define André Roncaglia (2021), de uma “doença industrial brasileira”: a perda de densidade produtiva e a fragmentação das cadeias de valor em favor de um modelo econômico ancorado na exportação de

¹ Agência BNDES de Notícias (2025). BNDES é o maior financiador de ônibus elétricos da América Latina, aponta estudo, 7 ago. Disponível em: <https://agenciadenoticias.bnDES.gov.br/infraestrutura/BNDES-e-o-maior-financiador-de-onibus-eletricos-da-America-Latina-aponta-estudo/>. Acesso em setembro de 2025.

² Finep (2025). Finep apoia WEG no desenvolvimento de baterias com tecnologia 100% nacional para veículos elétricos. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/noticias/todas-noticias/6931-finep-apoia-weg-no-desenvolvimento-de-baterias-100-nacional-para-veiculos-eletricos>. Acesso em setembro de 2025.

³ Ecoa UOL (2024). Vale do Lítio: exploração do mineral de baterias gera preocupação em MG, 12 set. Disponível em: <https://www.uol.com.br/ecoa/ultimas-noticias/2024/09/12/vale-do-litio-transicao-energetica.htm>. Acesso em setembro de 2025.

commodities. Ainda assim, com coordenação pública, crédito de fomento e políticas de inovação, a transição poderia inaugurar um novo ciclo produtivo – articulando mineração justa e responsável do lítio, manufatura eletrônica, desenvolvimento de softwares e formação técnica especializada.

Mais do que uma mudança tecnológica, esse processo poderia se converter em uma missão social: criar empregos verdes, incorporar critérios de paridade de gênero e idade em um país que envelhece e redefinir quem participa e quem se beneficia da modernização. A eletromobilidade, enquadrada aqui como uma das alternativas a um regime baseado na combustão, deixaria, assim, de ser apenas um vetor técnico para se tornar um projeto de país – a chance de reconstruir o elo perdido entre indústria, território e igualdade.

Retomando o arcabouço conceitual das missões, o ponto de partida mais evidente seria a formulação de uma Política Nacional de Mobilidade Elétrica (tal como a da Colômbia)⁴ – um marco capaz de orientar a rota tecnológica da transição brasileira. Essa política deveria definir metas vinculantes e trajetórias específicas para cada segmento do transporte urbano (coletivo, individual e de cargas), ancorando a eletrificação em uma estratégia de Estado, com a sorte de contar com os aprendizados e insights das inúmeras experiências locais que hoje dão sentido à expansão de ônibus elétricos no país – de Curitiba a Salvador, Belém a Cascavel, e tantas outras cidades.

Para o transporte coletivo, em especial, tal política ganharia força se articulada à criação do Sistema Único de Mobilidade (SUM), atualmente em debate no Congresso Nacional por meio da PEC 25/2023, de autoria da deputada Luiza Erundina (PSOL-SP) em parceria com o Idec. Inspirado nos modelos do Sistema

⁴ Após a conclusão da escrita deste livro, foi noticiada a criação, pelo governo federal, da Secretaria Nacional de Eletromobilidade, vinculada ao Ministério de Minas e Energia. A nova estrutura teria como objetivo coordenar políticas de incentivo à mobilidade elétrica, integrar ações interministeriais e planejar a expansão da infraestrutura de recarga no país. O anúncio foi feito pelo ministro Alexandre Silveira durante o Fórum Internacional Esfera 2025, em Belém (PA) (Diário do Transporte, 10 out. 2025). Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2025/10/10/governo-cria-secretaria-nacional-de-eletromobilidade-para-integrar-veiculos-eletricos-a-politica-energetica/>. Acesso em 12 out. 2025.

Único de Saúde e do Sistema Único de Assistência Social, o SUM se configuraria como a espinha dorsal de uma nova arquitetura federativa para a mobilidade, ao permitir que União, estados e municípios atuassem sob um mesmo mapa de missão – com coordenação intergovernamental permanente, critérios técnicos e operacionais padronizados e uma distribuição mais justa dos custos e riscos da transição.

A sinergia entre esses dois pilares – a Política Nacional de Mobilidade Elétrica e o Sistema Único de Mobilidade – representaria um salto institucional. Sob liderança federal, criariam as condições para que missões orientadas à descarbonização pudessem se traduzir em ações concretas nas diferentes escalas de governo. Cada missão passaria a dispor de uma governança robusta, capaz de enfrentar os gargalos que hoje travam a transição: financiamento, coordenação intersetorial e compartilhamento de riscos.

Em última instância, esse pacto nacional pela mobilidade elétrica não seria apenas uma política de transporte, mas uma nova forma de pensar o desenvolvimento. Um chamado à reconstrução das instituições e das infraestruturas que sustentam a vida urbana – e, com elas, à possibilidade de o Brasil reinventar a si mesmo como um país capaz de aliar justiça social, inovação tecnológica e sustentabilidade.

Referências

ACSELRAD, H. *O que é justiça ambiental?* Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

AGÊNCIA BNDES DE NOTÍCIAS. BNDES é o maior financiador de ônibus elétricos da América Latina, aponta estudo. 7 ago. 2025. Disponível em: <https://agencia-denoticias.bnDES.gov.br/infraestrutura/BNDES-e-o-maior-financiador-de-onibus-eletricos-da-America-Latina-aponta-estudo/>. Acesso em: set. 2025.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Decreto n.º 477 de 2013 – Adopción del Plan de Ascenso Tecnológico para el Sistema Integrado de Transporte Público. Bogotá D.C., 21 oct. 2013. Disponível em: https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=3375. Acesso em: 10 out. 2025.

ALIANÇA ZEBRA. *El plan de ascenso tecnológico como herramienta para la transición hacia buses eléctricos en la ciudad de Bogotá D.C.* / Helmer Acevedo, Samantha Pettigrew, Oscar Delgado. [S.l.]: International Council on Clean Transportation (ICCT), 2022. Disponível em: <https://theicct.org/wp-content/uploads/2023/10/Buses-electricos-ZEBRA-paper-A4-v4.pdf>. Acesso em: 10 out. 2025.

ARBEX, M. A. et al. Air pollution and the respiratory system. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, São Paulo, v. 38, n. 5, p. 643–655, set.–out. 2012. DOI: 10.1590/s1806-37132012000500015.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS (NTU). *Modernização tecnológica da frota do transporte coletivo urbano*. Brasília: NTU, 2024. Disponível em: <https://ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub638702247468920119.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2025.

AXELROD, R.; KEOHANE, R. O. Achieving cooperation under anarchy: strategies and institutions. *World Politics*, v. 38, n. 1, p. 226–254, 1985.

BANCO MUNDIAL. *Green your bus ride: clean buses in Latin America (summary report)*. Washington, D.C., 2019. Disponível em: <https://documents.worldbank.org/pt/publication/documents-reports/documentdetail/410331548180859451>. Acesso em: 9 out. 2025.

BARASSA, E. *Diretrizes e propostas para um plano nacional da cadeia de ônibus elétricos no Brasil*. Documentos de Projetos (LC/TS.2024/116). Santiago: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), 2024. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/af9d7bae-b43a-4739-adec-4fb0c916bfd0/content>. Acesso em: jan. 2025.

BARASSA, E. et al. *Oferta de ônibus elétrico no Brasil em um cenário de recuperação econômica de baixo carbono*. Documentos de Projetos (LC/TS.2022/9). Santiago: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), 2022. Disponível em: <https://www.cepal.org/pt-br/publicacoes/47833-oferta-onibus-elettrico-brasil-cenario-recuperacao-economica-baixo-carbono>. Acesso em: jan. 2025.

BARBER, B. R. *If Mayors Ruled the World: Dysfunctional Nations, Rising Cities*. New Haven; London: Yale University Press, 2013.

BARBIERI, J. C. Desenvolvimento sustentável: das origens à Agenda 2030. Petrópolis: Vozes, 2022.

BARBIERI, J. C. et al. Cadeia de suprimento e avaliação do ciclo de vida do produto: revisão teórica e exemplo de aplicação. O PAPEL, vol. 70, num. 09, pp. 52-72, setembro 2009. Disponível em: https://pesquisa-eaesp.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/arquivos/barbieri_-_cadeiadesuprimento_e_avaliacao_do_ciclo_de_vida.pdf. Acesso em jan. 2025.

BARRERO, K. *La Rolita y 1.485 buses eléctricos mejoran la movilidad en Bogotá*. Movilidad – Mi Ciudad. Prefeitura de Bogotá, 14 mar. 2023. Disponível em: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/la-rolita-y-1485-buses-electricos-mejoran-la-movilidad-en-bogota>. Acesso em: 22 jun. 2025.

BASTOS, P. *Do Petro ao Eletro: análise da formação de políticas públicas para a descarbonização do transporte coletivo público por ônibus na América Latina*. 2025. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional) – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional (IPPUR), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/42/teses/962164.pdf>. Acesso em: 9 out. 2025.

BASTOS, P. P. M. *Reshaping Bogotá's public transportation with zero-emission and gender focus: a summary on the La Rolita case*. Report. TUMI E-Bus Mission, dez. 2023. Disponível em: <https://transformative-mobility.org/wp-content/uploads/2023/12/ENG-Case-study-La-Rolita-C40-Cities.pdf>. Acesso em: 9 out. 2025.

BATISTA, M.; BASTOS, P. *Bogotá's business model for deploying electric buses*. Report. TUMI E-Bus Mission, fev. 2023. Disponível em: https://transformative-mobility.org/wp-content/uploads/2023/05/Business-model-Bogota_EN.pdf. Acesso em: 9 out. 2025.

BERTOSSI, F.; ARIZA, N.; CONCHA RIVERA, J. *La Rolita, mucho más que una empresa pública de transporte*: capítulo 2. Moviliblog, 5 abr. 2023. Disponível em: <https://blogs.iadb.org/transporte/es/la-rolita-mucho-mas-que-una-empresa-publica-de-transporte-capitulo-2/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

BISPO, S. C. A.; CECHIN, A. *Veículos elétricos: como a China está se preparando para se tornar a maior potência mundial do segmento?* Brasília, DF: Ipea, 2023. 74 p. il. (Texto para Discussão, n. 2906). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.38116/td2906-port>. Acesso em: jan. 2025.

BMZ; GIZ – Federal Ministry for Economic Cooperation and Development; Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. *Overview of German international climate finance 2023*. Bonn/Berlin: BMZ/GIZ, 2023. Disponível em: <https://www.bmz.de/resource/blob/266356/giz-bmz-broschuere-klimafinanzierungszahlen-2023-en-07-final-pdf.pdf>. Acesso em: 9 out. 2025.

BOA NOVA, V. V. F. Socialismo, planificação do desenvolvimento desigual e a expressão territorial da nova economia do projetamento na China. *Princípios*, v. 43, n. 171, p. 75–93, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/principios.2675-6609.2025.171.005>. Acesso em: 9 jun. 2025.

BOEHM, S.; SCHUMER, C. 10 conclusões do Relatório do IPCC sobre Mudanças Climáticas de 2023. World Resources Institute Brasil, 24 mar. 2023. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/10-conclusoes-do-relatorio-do-ipcc-sobre-mudancas-climaticas-de-2023>. Acesso em: 18 nov. 2024.

BOGOTÁ. *¡Eres mujer, te gusta conducir y quieres trabajar en La Rolita? Aquí, los pasos*. Notícias, 13 nov. 2022. Disponível em: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/ofertas-de-empleo-2022-mujeres-conductoras-para-trabajar-en-la-rolita>. Acesso em: out. 2023.

BOGOTÁ. *Inventario de emisiones contaminantes atmosféricos de Bogotá 2020*. Secretaría Distrital de Ambiente. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2022. Disponível em: https://www.ambientebogota.gov.co/noticias-de-ambiente1/-/asset_publisher/CWsNLtoGa4f6/content/sitp-redujo-emisiones-de-pm?utm. Acesso em: 22 jun. 2025.

BOURDIEU, Pierre. *Razões práticas: sobre a teoria da ação*. Tradução de Mariza Corrêa. Campinas, SP: Papirus, 1996.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. *Ondas de calor: os impactos da ‘emergência silenciosa’*, 7 mar. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2025/03/ondas-de-calor-os-impactos-da-2018emergencia-silenciosa2019>. Acesso em: mai. 2025.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Combustível do Futuro*. Brasília, 3 out. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/combustivel-futuro>. Acesso em: 10 out. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e da Mudança do Clima. *Programa de Controle de Emissões Veiculares (Proconve)*. Brasília, 29 nov. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/emissoes/programa-de-controle-de-emissoes-veiculares-proconve>. Acesso em: 10 out. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. *Brasil entrega à ONU nova NDC alinhada ao Acordo de Paris*. Brasília, 13 nov. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/noticias/brasil-entrega-a-ona-nova-ndc-alinhada-ao-acordo-de-paris>. Acesso em: 10 out. 2025.

BRENNER, N. A hinterlândia urbanizada. *e-metropolis*, n. 25, p. 1–15, jun. 2016.

BRUNELLI, C. Ruídos na Avenida Paulista causam danos à saúde. *Estado de S. Paulo*, 26 abr. 2012. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/sao-paulo/ruidos-na-avenida-paulista-causam-danos-a-saude/>. Acesso em: jan. 2024.

C40 CITIES. *Financing e-buses in São Paulo: the partial subvention model*. Jul. 2024. Disponível em: <https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Financin>

[g-e-buses-in-Sao-Paulo-the-partial-subvention-model?language=en_US](https://www.c40.org/es/case-studies/ica-cities-fund-bogota/). Acesso em: 10 out. 2025.

C40 CITIES. ICA Fund | Training women in public sector green jobs. C40 Cities, May 2024. Disponível em: <https://www.c40.org/es/case-studies/ica-cities-fund-bogota/>. Acesso em fev. 2025.

C40 CITIES. *Novo compromisso de US\$ 1 bilhão de investidores para entregar ônibus de emissão zero na América Latina*. 11 nov. 2021. Disponível em: <https://www.c40.org/pt/news/financial-innovations-latin-america-clean-public-transport/>. Acesso em: 10 out. 2025.

C40 CITIES. *Parceria ZEBRA: Acelerador de Implantação Rápida de Ônibus Elétricos*. Disponível em: <https://www.c40.org/pt/what-we-do/scaling-up-climate-action/transportation/zero-emission-rapid-deployment-accelerator-zebra-partnership/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

C40 CITIES. *Pipeline of Electric Bus Projects in Latin America*. An overview of 32 cities. Outubro de 2023. Disponível em: <https://www.c40.org/wp-content/uploads/2023/10/Pipeline-of-Electric-Bus-Projects-in-Latin-America.pdf>. Acesso em nov. 2024.

CALANDRO; M. L.; CAMPOS, S.. Ônibus: um segmento industrial em expansão. *Indic. Econ. FEE*, Porto Alegre, v. 31, n. 3, p. 189-206, nov. 2003.

CANAL DANA. *Exportações de ônibus na China cresceram 28% em 2024*. Canal Dana, 22 jan. 2025. Disponível em: <https://dana.com.br/canal-dana/2025/01/22/exportacoes-de-onibus-na-china-cresceram-28-em-2024>. Acesso em: fev. 2025.

CANCLINI, Néstor García. *Consumidores e cidadãos*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2006.

CAPELLA, A. C. *Formulação de Políticas Públicas*. Brasília: ENAP, 2018.

CARVALHO, C. H. R.; INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS (INESC). *Financiamento extratarifário da operação dos serviços de transporte público urbano no Brasil*. Disponível em: https://www.inesc.org.br/wp-content/uploads/2019/10/ResumoExecutivo_V5.pdf. Acesso em jul. 2022.

CARVALHO, C. H. R. *ASPECTOS REGULATÓRIOS E CONCEITUAIS DAS POLÍTICAS TARIFÁRIAS DOS SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO NO BRASIL*. Brasília, DF: Ipea, 2016. Texto para Discussão, n. 2192. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6635/1/td_2192.pdf. Acesso em: jan. 2025.

CHAKRABORTI, L.; VOORHEIS, J. Is air pollution increasing in poorer localities of Mexico? Evidence from PM2.5 satellite data. *Environment and Development Economics*, v. 30, p. 52–69, 2025. DOI: 10.1017/S1355770X24000251.

CHILE. *Estrategia Nacional de Electromovilidad*. Santiago: Ministério de Energia, set. 2021. Disponível em: <https://energia.gob.cl/consultas-publicas/estrategia-nacional-de-electromovilidad>. Acesso em: mai. 2023.

CHILE. Estrategia nacional del litio. 2023. Disponível em: <https://www.gob.cl/chileavanzaconlitio/>. Acesso em: 9 out. 2025.

CHIN, M. What are global public goods? *Finance & Development*, dez. 2021. Washington, D.C.: International Monetary Fund. Disponível em: <https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/Fandd/Article/2021/December/B2B-Global-Public-Goods-Chin.ashx>.

CHRISPINO, A. *Introdução ao estudo das políticas públicas: uma visão interdisciplinar e contextualizada*. Rio de Janeiro: FGV, 2016.

CIDADE DE SÃO PAULO. Cidade terá 2,6 mil ônibus elétricos rodando nas ruas até o final de 2024. Notícias, 11 nov. 2021. Disponível em: <https://capital.sp.gov.br/w/noticia/cidade-tera-2-6-mil-onibus-eletricos-rodando-nas-ruas-ate-o-final-de-2024>. Acesso em: set. 2024.

CIDADE DE SÃO PAULO. Prefeitura apresenta 50 novos ônibus elétricos e avança na renovação da frota por modelos de energia limpa. Notícias, 18 set. 2023. Disponível em: <https://capital.sp.gov.br/w/noticia/prefeitura-apresenta-novos-50-onibus-eletricos-e-avanca-na-renovacao-da-frota-por-modelos-de-energia-limpa-1>. Acesso em: set. 2024.

CIDADE DE SÃO PAULO. São Paulo tem Lei Municipal de Mudanças Climáticas. Notícias, 20 ago. 2009. Disponível em: <https://capital.sp.gov.br/web/meio-ambiente/w/noticias/70>. Acesso em: mar. 2024.

CLAVIJO, Á. Bogotá necesita a La Rolita y confío en que el Concejo lo apruebe. Bogotá.gov.co, 10 mar. 2025. Disponível em: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/bogota-necesita-a-la-rolita-y-confio-en-que-el-concejo-lo-apruebe>. Acesso em: 22 jun. 2025.

CLIMATE ACTION TRACKER. China. 2024. Disponível em: <https://climateactiontracker.org/countries/china>. Acesso em: 9 jun. 2025.

CLIMATE POLICY INITIATIVE. *Global Landscape of Climate Finance* 2023. 2 nov. 2023. Disponível em: <https://www.climatepolicyinitiative.org/publication/global-landscape-of-climate-finance-2023/>. Acesso em: 4 mar. 2025.

COELHO FILHO, O. et al.. O uso da análise de ciclo de vida (ACV) nas políticas públicas: condicionantes e estratégias de implementação da ACV no Brasil. *Boletim Regional, Urbano e Ambiental*, n. 12, p. 73-88, jul./dez. 2015. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA.

CONCEJO DE BOGOTÁ D.C. “La Rolita no se liquida, se fortalece”: Fernando López desmonta dudas y llama al Concejo a ratificar el único operador público del SITP. Bogotá, 5 abr. 2025. Disponível em: <https://concejodebogota.gov.co/la-rolita-no-se-liquida-se-fortalece-fernando-lopez-desmonta-dudas-y/cbogota/2025-04-05/112041.php>. Acesso em: 22 jun. 2025.

CONSONI, F. et al. Public policy and battery-electric bus deployment in Latin America: a critical review through the Brazilian lens. *Energy for Sustainable*

Development, v. 88, p. 101801, out. 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0973082625001516>.

CONSONI, F. L.; BERMÚDEZ-RODRÍGUEZ, T.; DE OLIVEIRA FILHO, A. A. de; Lourenço Navarro, A. C.; Barassa, E.; Ferreti Rissi, G. Tendências da mobilidade elétrica na América Latina e ações em curso no Brasil. In: STOPFER, N. et al. (orgs). *A Mobilidade Elétrica na América Latina: Tendências, oportunidades e desafios*. Rio de Janeiro: E-papers, 2021.

COSTA RICA. *Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018–2030*. San José: Procuraduría General de la República, 2018. Disponível em: <http://www.pgrweb.go.cr/DocsDescargar/Normas/No%20DE-41579/Version1/PlanTranspElect.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2025.

DIÁRIO DO TRANSPORTE. Governo cria Secretaria Nacional de Eletromobilidade para integrar veículos elétricos à política energética. Diário do Transporte, 10 out. 2025. Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2025/10/10/governo-cria-secretaria-nacional-de-eletromobilidade-para-integrar-veiculos-eletricos-a-politica-energetica/>. Acesso em: 12 out. 2025.

DIÁRIO DO TRANSPORTE. Prejuízo de R\$ 300 milhões da Mercedes-Benz com ônibus elétricos: “Nunes diz que não vai mudar financiamento; Eletra, MBB, Marcopolo e demais fora de US\$ 100 milhões”. 23 abr. 2025. Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2025/04/23/prejuizo-de-r-300-milhoes-da-mercedes-benz-com-onibus-eletricos-nunes-diz-que-nao-vai-mudar-financiamento-eletra-mbb-marcopolo-e-demais-fora-de-us-100-milhoes-video/>. Acesso em: 18 jun. 2025.

DUCHACEK, I. D. Perforated sovereignties: towards a typology of new actors in international relations. In: MICHELMANN, H. J.; SOLDATOS, P. (ed.). *Federalism and international relations: the role of subnational units*. Oxford: Clarendon Press, 1990. p. 1–33.

ECOA UOL. Vale do Lítio: exploração do mineral de baterias gera preocupação em MG. 12 set. 2024. Disponível em: <https://www.uol.com.br/ecoau/ultimas-noticias/2024/09/12/vale-do-litio-transicao-energetica.htm>. Acesso em: set. 2025.

ECUADOR. *Estrategia Nacional de Electromovilidad para Ecuador*. Quito: [s.n.], 2021. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/604886334/Estrategia-Nacional-de-Electromovilidad-Ecuador>. Acesso em: 22 jun. 2025.

EL TIEMPO. Se levantó paro de transportadores en Bogotá. Bogotá, 22 out. 2014. Disponível em: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14729177>.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). *Matriz energética e elétrica*, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: dez. 2022.

ESTADO DE S. PAULO. Bairros com mais árvores têm imóveis mais caros, afirma estudo. Estadão, 15 jul. 2018. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/>

[economia/radar-imobiliario/bairros-com-mais-arvores-tem-imoveis-mais-caros-afirma-estudo/](https://economia radar-imobiliario/bairros-com-mais-arvores-tem-imoveis-mais-caros-afirma-estudo/). Acesso em: jan. 2025.

ESTADO DE S. PAULO. Ônibus elétrico já é realidade no Brasil; veja os modelos disponíveis. Estradão, 27 nov. 2013. Disponível em: <https://estradao.estadao.com.br/onibus/onibus-eletro-ja-e-realidade-no-brasil-veja-os-modelos-disponiveis/>. Acesso em: jun. 2025.

ESTADO DE S. PAULO. Operadoras de ônibus elétricos de SP acusam Enel de não ligar carregadores nas garagens; entenda. 21 mar. 2025. Disponível em: <https://mobilidade.estadao.com.br/planeta-eletro/ônibus-eletro-operators-acusam-enel-de-nao-ligar-carregadores/>. Acesso em: mai. 2025.

FAJERSZTAJN, L.; VERAS, M.; SALDIVA, P. Como as cidades podem favorecer ou dificultar a promoção da saúde de seus moradores? *Metrópole e Saúde*, São Paulo, v. 30, n. 86, p. 145–162, jan.–abr. 2016.

FAVERIN, V. Motoristas de ônibus de Belo Horizonte são diagnosticados com perda auditiva. *Cipa & Incêndio*, 2 dez. 2019. Disponível em: <https://revista-cipa.com.br/motoristas-de-onibus-de-belo-horizonte-sao-diagnosticados-com-perda-auditiva/>. Acesso em: jan. 2025.

FERREIRA, E. R. *Trólebus, espaço e sociedade*. 1995. Tese (Doutorado em Engenharia Urbana) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disseniveis/18/18137/tde-09042018-092133/publico/Tese_Ferreira_EneasR.pdf. Acesso em: fev. 2023.

FINEP. Finep apoia WEG no desenvolvimento de baterias com tecnologia 100% nacional para veículos elétricos. 2025. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/noticias/todas-noticias/6931-finep-apoia-weg-no-desenvolvimento-de-baterias-100-nacional-para-veiculos-eletricos>. Acesso em: set. 2025.

FOLHA DE S. PAULO. Briga entre prefeitura, Enel e empresas trava ônibus elétricos em SP. 5 mar. 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2024/03/briga-entre-prefeitura-enel-e-empresas-trava-onibus-eletricos-em-sp.shtml>. Acesso em: jan. 2025.

FOLHA DE S. PAULO. Câmara de SP recua em projeto e prazo para frota de ônibus ser 100% elétrica volta a 20 anos. Folha de S. Paulo, 10 dez. 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2024/12/camara-de-sp-recua-em-projeto-e-prazo-para-frota-de-onibus-ser-100-eletrica-volta-a-20-anos.shtml>. Acesso em jan. 2025.

FOLHA DE S. PAULO. Tarifa de ônibus precisa ser fixada com realismo. Editorial, 30 dez. 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/opiniao/2024/12/tarifa-de-onibus-precisa-ser-fixada-com-realismo.shtml>. Acesso em: 10 out. 2025.

FORBES BRASIL. São Paulo lidera ranking de cidade com ar mais poluído do mundo. Forbes Tech, 9 set. 2024. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes>

[-tech/2024/09/sao-paulo-lidera-ranking-de-cidade-com-ar-mais-poluido-do-mundo/](https://tech/2024/09/sao-paulo-lidera-ranking-de-cidade-com-ar-mais-poluido-do-mundo/). Acesso em: 10 out. 2025.

FREIBERG, G.; GIANNOTTI, M.; BITTENCOURT, T. A. Are mass transit projects and public transport planning overlooking uneven distributional effects? Empirical evidence from São Paulo, Brazil. *Journal of Transport Geography*, v. 116, 103825, abr. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2024.103825>.

FRESCO, Pedro. *El futuro de la energía en 100 preguntas*. Bogotá: ALPHADEITORIAL / Nowtilus, 2022. ISBN 978-9587788068.

FREY, K. Políticas públicas: um debate conceitual e reflexões inerentes à prática da análise de políticas públicas no Brasil. *Planejamento e Políticas Públicas*, Brasília, DF: IPEA, n. 21, jun. 2000. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/ppp/article/view/89>. Acesso em: jun. 2022.

GARCÍA-BURGOS, J. et al. Exploring the spatial distribution of air pollution and its association with socioeconomic status indicators in Mexico City. *Sustainability*, v. 14, n. 22, p. 15320, 2022. DOI: 10.3390/su142215320.

GEELS, F. W. A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies. *Journal of Transport Geography*, v. 24, p. 471–482, 2012. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021.

GEELS, F. W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, v. 31, n. 8–9, p. 1257–1274, 2002. DOI: 10.1016/S0048-7333(02)00062-8.

GIZ; TUMI. *Sustainable Urban Transport: Avoid-Shift-Improve (ASI)*. Bonn: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2019. (iNUA Implementation Guide, No. 9). Disponível em: https://www.transformative-mobility.org/wp-content/uploads/2023/03/ASI_TUMI_SUTP_iNUA_No-9_April-2019-Mykme0.pdf. Acesso em: 9 jun. 2025.

GIZ. *Cooperation management for practitioners*. Frankfurt: Springer, 2015.

GOBIERNO DE COLOMBIA. *Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica*. Bogotá, 2019. Disponível em: <https://archivo.minambiente.gov.co/images/Asunto-sambientalesySectorialesUrbana/pdf/Estrategia-Nacional-de-Movilidad-Electrica-enme-minambiente.pdf>. Acesso em: jul. 2023.

GOBIERNO DE MÉXICO. *Impacto del COVID-19 en el transporte público*. 27 maio 2020. Disponível em: <https://www.gob.mx/imt/articulos/impacto-del-covid-19-en-el-transporte-publico>. Acesso em: 26 jun. 2025.

GÓMEZ, J. C. *Fracaso de la licitación de buses eléctricos para el SITP*. *El Tiempo*, 21 set. 2019. Disponível em: <https://www.eltiempo.com/bogota/fracaso-de-la-licitacion-de-buses-electricos-para-el-sitp-414888>. Acesso em: 22 jun. 2025.

GRAMKOW, C.; MAGACHO, G. *O verde nas medidas para recuperação da economia nos EUA e reflexões para o Brasil*. In: RONCAGLIA, A.; BARBOSA, N. *Bidemocracia nos trópicos*. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2021. p. 175–194.

GRAMKOW, C.; OLIVEIRA, G. *Impulsionando investimentos em ônibus elétricos no Brasil: uma agenda de trabalho. Cidades Inclusivas, Sustentáveis e Inteligentes (CISI)*, 2023. Disponível em: <https://www.issuu.com/publicacionescepal/stacks>. Acesso em: dez. 2024.

GRAMKOW, C. *De obstáculo a motor do desenvolvimento econômico: o papel da agenda climática no desenvolvimento*. In: CHILIATTO LEITE, M. V. (org.). *Alternativas para o desenvolvimento brasileiro: novos horizontes para a mudança estrutural com igualdade* (LC/TS.2019/27). Santiago: CEPAL, 2019. p. 117–135. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/00b3e7e-a-5125-4356-8e9f-e6657cf6dd04/content>. Acesso em: jan. 2025.

GREENPEACE RESEARCH LABORATORIES. *Road traffic air pollution*, Bogotá, Colombia. Technical Report GRL-TR-02-2021, set. 2021. Disponível em: <https://www.greenpeace.to/greenpeace/wp-content/uploads/Road-Traffic-Air-Pollution-Bogota-Colombia-GRL-TR-02-2021.pdf>. Acesso em: 9 out. 2025.

GUATEMALA. Decreto Número 40-2022: *Ley de Incentivos para la Movilidad Eléctrica*. Congreso de la República de Guatemala, 29 ago. 2022. Disponível em: https://www.congreso.gob.gt/assets/uploads/info_legislativo/decretos/a3706-40-2022.pdf. Acesso em: 22 jun. 2025.

HABLEMOS DE MOVILIDAD PODCAST. *Electromovilidad – Ep. 4 con María Fernanda Ortiz*. 2021. Disponível em: <https://podcasts.apple.com/us/podcast/electromovilidad-ep-4-mar%C3%ADa-fernanda-ortiz/id1525256200?i=1000507898581>. Acesso em: out. 2023.

HEALY, N.; STEPHENS, J. C.; MALIN, S. A. Embodied energy injustices: Unveiling and politicizing the transboundary harms of fossil fuel extractivism and fossil fuel supply chains. *Energy Research & Social Science*, v. 48, p. 219-234, fev. 2019.

HOCHSPRUNG MIGUEL, J. C. A “meada” do negacionismo climático e o impedimento da governamentalização ambiental no Brasil. *Sociedade e Estado*, v. 37, n. 1, p. 293–315, 2022.

HODGES, J. Electric Buses Are Hurting the Oil Industry. *Bloomberg*, 23 de abril de 2018. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-04-23/electric-buses-are-hurting-the-oil-industry>. Acesso em mai. 2023.

HOOD, C. *The tools of government: public policy and politics*. London: Macmillan, 1983.

HOOGHE, L.; MARKS, G. Unraveling the central state, but how? Types of multi-level governance. *American Political Science Review*, v. 97, n. 2, p. 233–243, maio 2003. DOI: 10.1017/S0003055403000649.

IBERO MÉXICO. Demasiado ruido en Cuauhtémoc, Benito Juárez, Miguel Hidalgo y Coyoacán. 7 jan. 2020. Disponível em: <https://ibero.mx/prensa/demasiado-ruido-en-cuauhtemoc-benito-juarez-miguel-hidalgo-y-coyoacan>. Acesso em: 9 out. 2025.

IEMA – Instituto de Energia e Meio Ambiente. *Qualidade do Ar no Município de São Paulo. Nota técnica* maio de 2022. São Paulo, maio 2022. Disponível em: http://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2022/05/IEMA_nota-tecnica_aremSP.pdf. Acesso em: 10 out. 2025.

INSIDE EVS. *Bahia terá primeira gigafábrica de baterias de lítio da América Latina.* 8 jul. 2024. Disponível em: <https://insideevs.uol.com.br/news/725876/bahia-primeira-fabrica-baterias-litio/>. Acesso em: set. 2025.

INSIDE EVS. *Mercedes-Benz cobra pagamento por 175 ônibus elétricos em SP.* 26 abr. 2025. Disponível em: <https://insideevs.uol.com.br/news/757775/mercedesbenz-onibus-eletricos-pagamento-saopaulo-enel/>. Acesso em: 10 out. 2025.

INSTITUTE FOR TRANSPORTATION AND POLICY DEVELOPMENT (ITDP). *The partnership that sparked a global movement for e-buses.* 27 maio 2025. Disponível em: <https://itdp.org/2025/05/27/the-partnership-that-sparked-a-global-movement-for-e-buses/>. Acesso em: 10 out. 2025.

INSTITUTE FOR TRANSPORTATION AND POLICY DEVELOPMENT (ITDP). *China Tackles Climate Change with Electric Buses*, 11 set. 2018. Disponível em: <https://www.itdp.org/2018/09/11/electric-buses-china/>. Acesso em: jul. 2021.

INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO BRASIL (ITDP BRASIL). *Incentivos na regulamentação podem ser chave para eletrificação (infográfico)*, 2020. PDF. Disponível em: <https://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2020/07/Incentivos-na-regulamenta%C3%A7%C3%A3o-podem-ser-chave-para-eletrifica%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2021.

INSTITUTO ETHOS; WWF. *Financiamento Climático Para Adaptação No Brasil: Mapeamento De Fundos Nacionais E Internacionais.* Relatório, São Paulo, 2017. Disponível em: https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/publicacao_financiamento_climatico_compressed_1.pdf. Acesso em set. 2024.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Summary for policymakers.* In: PÖRTNER, H.-O. et al. (eds.). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. p. 3–33. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/9781009325844.001>. Acesso em: jul. 2024.

INTERNATIONAL COUNCIL ON CLEAN TRANSPORTATION (ICCT). *Análise da implantação de ônibus zero emissão na frota de um operador de ônibus da cidade de São Paulo. Zero Emission Bus Rapid-Deployment Accelerator (ZEBRA)*, mar. 2022. Disponível em: <https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/11/Sao-Paulo-ZEBRA-A4-v9-may22.pdf>. Acesso em: fev. 2024.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Global EV Outlook 2023: Catching up with climate ambitions.* Paris: IEA, 2023. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023>. Acesso em: mai. 2024.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Global EV Outlook 2024: Trends in heavy electric vehicles*. Paris: IEA, 2024. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024/trends-in-heavy-electric-vehicles>. Acesso em: 19 abr. 2025.

INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION (IFC). *E-Bus Economics: Fuzzy Math? Transport Insights – Electric Vehicles 101*. Washington, D.C.: IFC, 2020. Disponível em: <https://www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/mgrt/ifc-transportnotes-fuzzymath-final.pdf>. Acesso em: 9 out. 2025.

ITDP Brasil. *Eletrificação do transporte público é solução urgente no pós-pandemia*. Colabora, 14 dez. 2020. Disponível em: <https://itdpbrasil.org/colabora-eletrificacao-do-transporte-publico-e-solucao-urgente-no-pos-pandemia/>. Acesso em: 9 out. 2025.

JAÉGER, J. These countries are electrifying their bus fleets the fastest. World Resources Institute, 25 jun. 2025. Disponível em: <https://www.wri.org/insights/countries-electrifying-bus-fleets-fastest>.

KAUL, I.; GRUNBERG, I.; STERN, M. A. (ed.). *Global public goods: international cooperation in the 21st century*. New York: Oxford University Press, 1999. DOI: 10.1093/0195130529.003.0001.

KINGDON, J. W. *Agendas, Alternatives, and Public Policies*. 2. ed. Harlow, UK: Pearson New International Edition, 2014.

KOTHARI, Vishant; SCLAR, Ryan. 4 motivos para priorizar veículos elétricos depois da Covid-19. WRI Brasil, 05 nov. 2020. Disponível em: <https://www.wri-brasil.org.br/noticias/4-motivos-para-priorizar-veiculos-eletricos-depois-da-covid-19>. Acesso em: 9 out. 2025.

LARGO, J. M. La Rolita está en riesgo de liquidación si el Concejo de Bogotá no ratifica a TransMilenio como accionista mayoritario. Infobae, 10 mar. 2025. Disponível em: <https://www.infobae.com/colombia/2025/03/10/la-rolita-esta-en-riesgo-de-liquidacion-si-el-concejo-de-bogota-no-ratifica-a-transmilenio-como-accionista-mayoritario/?utm>. Acesso em: 22 jun. 2025.

LARGO, J. Toman medidas de prevención en cinco localidades de Bogotá por la calidad del aire. Infobae, 7 mar. 2023. Disponível em: <https://www.infobae.com/colombia/2023/03/07/toman-medidas-de-prevencion-en-cinco-localidades-de-bogota-por-la-calidad-del-aire/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

LEBROUHI, B. E. et al. Key challenges for a large-scale development of battery electric vehicles: A comprehensive review. *Journal of Energy Storage*, Volume 44, Part B, 15 December 2021.

LIMA NETO, V. C.; ORRICO FILHO, R. D. A governança metropolitana da mobilidade: uma análise a partir dos estados. Ipea – Texto para Discussão 2151. Brasília: Ipea, 2015. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6486/1/td_2151.pdf. Acesso em: jan. 2025.

MANSFIELD, I. *The fraud that killed off London's first electric buses*. IanVisits, 9 jan. 2014. Disponível em: <https://www.ianvisits.co.uk/articles/the-fraud-that-killed-off-londons-first-electric-buses-10262/>. Acesso em: 9 out. 2025.

MAZZUCATO, M.; COLLINGTON, R. *El gran engaño: cómo la industria de la consultoría debilita las empresas, infantiliza a los gobiernos y pervierte la economía*. 1. ed. Buenos Aires: Taurus, 2024.

MAZZUCATO, M. *Missão economia: um guia inovador para mudar o capitalismo*. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2022.

MAZZUCATO, M. *O estado empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado*. 1a ed. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014.

MÉXICO. *Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME)*. Cidade do México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2023. Disponível em: https://transformative-mobility.org/wp-content/uploads/2023/04/MEX_Semarnat.pdf. Acesso em: 22 jun. 2025.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE DE CHILE. *Actualización mapa de ruido del Gran Santiago Urbano*. 2023. Disponível em: <https://ruido.mma.gob.cl/mapas-de-ruido/>. Acesso em: 09 out. 2025.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Colombia reducirá en un 51% sus emisiones de gases efecto invernadero para el año 2030. Bogotá, 26 nov. 2020. Disponível em: <https://www.minambiente.gov.co/colombia-reducira-en-un-51-sus-emisiones-de-gases-efecto-invernadero-para-el-ano-2030/>. Acesso em: jan. 2025.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR); BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO (BID). *Guia de eletromobilidade: orientações para estruturação de projetos no transporte coletivo por ônibus*. Brasília: Global Environment Facility – GEF (financiador), 2022.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR); BANCO MUNDIAL. *Caderno técnico de referência para eletromobilidade nas cidades brasileiras (Volume I)*. Brasília: Fundo de Tecnologia Limpa – CTF (financiador), 2022.

MONTAÑO, C. *Terceiro setor e questão social. Crítica ao padrão emergente de intervenção social*. 4a edição. São Paulo: Cortez Editora, 2007.

MUDU, M. *Aprendizajes de una experiencia de electrificación en el transporte público de Bogotá, Colombia*. LEDS LAC, ago. 2021. Disponível em: <https://www.leds-lac.org/wp-content/uploads/2022/01/Caso-de-Estudio-Bogota-2021-09-FINALcon-logos1-1-1.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2025.

NIREMBERG, O. *Formulación y evaluación de intervenciones sociales*. Buenos Aires: Noveduc, 2013.

NOWAK, D. J.; CRANE, D. E.; STEVENS, J. C. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 4, n. 3-4, p. 115-123, 3 abr. 2006. DOI: 10.1016/j.ufug.2006.01.007.

ODDONE, N. Paradiplomacia local e transfronteiriça como um instrumento de governança ambiental no Mercosul e na União Europeia: uma descrição comparada. *Civitas – Revista de Ciências Sociais*, v. 18, n. 2, p. 305–322, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/civitas/a/YgBYRqngYYkGFy5SH4cLM4N/>.

ORJUELA, J. P.; CASTELLANOS, S. People in Bogotá Want Cleaner Air, Will the City Listen? *TheCityFix*, Disponível em: <https://thecityfix.com/blog/people-bogota-want-cleaner-air-will-city-listen-juan-pablo-orjuela-sebastian-castellanos/>. Acesso em: set. 2022.

OSORIO, C. “La Rolita”: un modelo de transporte bogotano ambiental, feminista y público.” *El País*, 12 nov. 2022. Disponível em: <https://elpais.com/america-colombia/2022-11-12/la-rolita-un-modelo-de-transporte-bogotano-ambiental-feminista-y-publico.html>. Acesso em: 09 out. 2025.

PANAMÁ. *Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME)*. *Gaceta Oficial Digital*, n. 28892-A, 29 out. 2019. Disponível em: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/pan106638anx.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2025.

PAULO, S. *International cooperation and development: a conceptual overview*. Discussion Paper 13/2014. Bonn: German Development Institute / Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE), 2014. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2430036>. Acesso em: 9 out. 2025.

PEREZ, C. *Technological revolutions and techno-economic paradigms*. Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics no. 20. January 2009. Disponível em: <https://hum.ttu.ee/wp/paper20.pdf>. Acesso em fev. 2025.

PINTO, T. P., VARGAS, D. B., GURGEL, A. C., VALENTE, F. C. *FINANCIAMENTO CLIMÁTICO: REALIDADES E DESAFIOS*. Observatório de Conhecimento e Inovação em Bioeconomia, Fundação Getúlio Vargas - FGV-EESP, São Paulo, SP, Brasil. 2023.

PUENTES, A. Una anulación anunciada: la justicia deja en jaque al operador público de buses de Bogotá, ‘La Rolita’. *El País (América Colombia)*, 25 out. 2024. Disponível em: <https://elpais.com/america-colombia/2024-10-25/una-anulacion-anunciada-la-justicia-deja-en-jaque-al-operador-publico-de-buses-de-bogota-la-rolita.html>. Acesso em: 22 jun. 2025.

RESET UOL. *Com jogo de empurra, SP está longe de meta de ônibus elétricos*. Capital Reset – Transição Energética, UOL, 10 abr. 2025. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/transicao-energetica/com-jogo-de-empurra-em-purra-sao-paulo-esta-longe-de-meta-de-onibus-eletricos/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

RHODES, R. A. W. *The new governance: governing without government*. *Political Studies*, v. 44, n. 4, p. 652–667, 1996. DOI: 10.1111/j.1467-9248.1996.tb01747.x.

RIBEIRO, L. C. Q.; AZEVEDO, S.; RODRIGUES, J. M. "As metrópoles brasileiras: a incontornável reforma urbana". In: COSTA, M. (org.). *50 anos de regiões metropolitanas no Brasil e a Política Nacional de Desenvolvimento Urbano: no cenário de adaptação das cidades às mudanças climáticas e à transição digital*. Brasília: Editora Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2024, p. 97-128. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/13179/1/50_Anos_de_regioes_BOOK.PDF. Acesso em dez. 2024.

RIOS, G. D.; DELGADO, J. *Inclusión laboral femenina en el transporte público. Caso de estudio del Programa Mujeres Conductoras en Jalisco, México*. TUMI E-BUS MISSION, marzo 2023. Disponível em: https://transformative-mobility.org/wp-content/uploads/2023/04/VF_Mujeres-Conductoras-Jalisco_TUMI-Mexico_30032023.pdf. Acesso em mai. 2023.

RIVAS, M. E.; BRICHEITI, J. P.; SEREBRISKY, T. *Operating subsidies in urban public transit in Latin America: a quick view*. Washington, D.C.: Inter-American Development Bank, dez. 2020. Disponível em: <https://publications.iadb.org/en/operating-subsidies-urban-public-transit-latin-america-quick-view>. Acesso em: 9 out. 2025.

RIVAS, M. E.; SUÁREZ-ALEMÁN, A.; SEREBRISKY, T. *Urban transport policies in Latin America and the Caribbean: where we are, how we got here, and what lies ahead*. Washington, D.C.: Inter-American Development Bank (IDB), dez. 2019. Disponível em: <https://publications.iadb.org/en/urban-transport-policies-latin-america-and-caribbean-where-we-are-how-we-got-here-and-what-lies>. Acesso em: 9 out. 2025.

ROBINSON, M. *Justiça climática: Esperança, resiliência e a luta por um futuro sustentável*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2021.

ROLNIK, R.; KLINTOWITZ, D. (I)Mobilidade na cidade de São Paulo. *Estudos Avançados*, v. 25, n. 71, p. 89-108, 2011.

RONCAGLIA, A. "A doença industrial brasileira". IN: RONCAGLIA, A.; BARBOSA, N. *Bidenomics nos trópicos*. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2021, p. 51-62.

SALDIVA, P. *Vida urbana e saúde: os desafios dos habitantes das metrópoles*. São Paulo: Contexto, 2018.

SANDLER, T. *Global collective action*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. DOI: 10.1017/CBO9780511617119.

SANTAMOURIS, M. Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar Energy*, v. 103, p. 682–703, maio 2014.

SCLAR, R.; WERTHMANN, E.; ORBEA, J. *The Future of Urban Mobility: The Case for Electric Bus Deployment in Bogotá, Colombia*. Washington, D.C.: World Resources Institute, 2020. Disponível em: https://urbantransitions.global/wp-content/uploads/2020/04/The_Future_of_Urban_Mobility_web_FINAL.pdf. Acesso em: 9 out. 2025

SOLDATOS, P. An explanatory framework for the study of federated states as foreign-policy actors. In: MICHELMANN, H. J.; SOLDATOS, P. (ed.). *Federalism and international relations: the role of subnational units*. Oxford: Clarendon Press, 1990. p. 34–53.

SOUZA LIMA, Gregorio Costa Luz de; BRIZON, Luciana. *Perspectivas e desafios da eletromobilidade no transporte público*. Boletim de Conjuntura da FGV Energia, set. 2019. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/bc/article/download/87378/82191>. Acesso em: jun. 2025.

SOVACOOL, B. K. et al. The acceleration of low-carbon transitions: insights, concepts, challenges, and new directions for research. *Energy Research & Social Science*, v. 121, p. 103948, Mar. 2025. DOI: 10.1016/j.erss.2024.103948.

STIEL, W. C. *História do Transporte Urbano no Brasil*. SP: Editora Pini, 1984.

SUSTAINABLE BUS. *Electric buses in Latin America: 25,000 e-buses expected by 2030*, 16 nov. 2023. Disponível em: <https://www.sustainable-bus.com/news/electric-buses-latin-america-2030-25000-forecast/>. Acesso em: 19 jun. 2025.

SWISSCONTACT. Transformando o transporte público em Bogotá com ônibus elétricos e empoderamento feminino. Swisscontact, 6 fev. 2024. Disponível em: <https://www.swisscontact.org/en/news/transforming-public-transport-in-bogota?utm>. Acesso em: 22 jun. 2025.

TAVARES, R. *Paradiplomacy: cities and states as global players*. Oxford: Oxford University Press, 2016.

TRANSMILENIO. De 50 a 400 se sube puntaje en licitación de nuevos buses de TransMilenio para garantizar tecnologías más limpias. Bogotá, 24 abr. 2018. Disponível em: <https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/150114/publicacionesde-50-a-400-se-sube-puntaje-en-licitacion-de-nuevos-buses-de-transmilenio-para-garantizar-tecnologias-mas-limpias/>. Acesso em: 09 out. 2025.

TRANSPORT FOR LONDON (TfL). TfL to trial innovative new bus sound to improve road safety. 18 dez. 2019. Disponível em: <https://tfl.gov.uk/info-for/media/press-releases/2019/december/tfl-to-trial-innovative-new-bus-sound-to-improve-road-safety>. Acesso em: 9 out. 2025.

UNITED NATIONS. *Report of the United Nations Conference on Environment and Development*, Rio de Janeiro, 3–14 June 1992. Vol. I: *Resolutions adopted by the conference (A/CONF.151/26/Rev.1, Vol. I)*. New York: United Nations, 1992. Disponível em: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_CONF.151_26_Vol.I_Declaration.pdf.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDP). *What is Just Transition?* New York: UNDP, 2022. Disponível em: https://climatepromise.undp.org/sites/default/files/research_report_document/UNDP-Just-Transition-Report.pdf. Acesso em: 9 jun. 2025.

UOL. *Transporte público por ônibus no país perde 44% dos passageiros em 10 anos*. 6 ago. 2024. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2024/08/06/transporte-publico-por-onibus-perdeu-passageiros-em-dez-anos.htm>. Acesso em: 9 out. 2025.

VASCONCELLOS, E. *Políticas de transporte no Brasil. A construção da mobilidade excludente*. São Paulo: Manole, 2013.

VELOSO, A. *O ônibus, a cidade e a luta*. Belo Horizonte: Impressões de Minas, 2017.

VILLAÇA, F. *Espaço intraurbano no Brasil*. São Paulo: Fapesp, 1998.

YERGIN, D. *A busca: energia, segurança e a reconstrução do mundo moderno*. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2014.

YERGIN, D. *O novo mapa: energia, clima e o conflito entre nações*. Porto Alegre: Bookman, 2023.

YERGIN, D. *O petróleo: uma história mundial de conquistas, poder e dinheiro*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2022.

ZAJARKIEWICCH, D. F. *Poluição sonora urbana: principais fontes – aspectos jurídicos e técnicos*. 2010. Dissertação (Mestrado em Direito) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010.

ZUNINO NETO, N. *Pacta sunt servanda x rebus sic stantibus*. *Jus.com.br*, 1 de maio de 1999. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/641/pacta-sunt-servanda-x-rebus-sic-stantibus>. Acesso em: 23 abr. 2024.

Conselho Editorial
Série Letra Capital Acadêmica

Ana Elizabeth Lole dos Santos (PUC-Rio)
Beatriz Anselmo Olinto (Unicentro-PR)
Carlos Roberto dos Anjos Candeiro (UFTM)
Claudio Cezar Henriques (UERJ)
Ezilda Maciel da Silva (UNIFESSPA)
João Luiz Pereira Domingues (UFF)
Leonardo Agostini Fernandes (PUC-Rio)
Leonardo Santana da Silva (UFRJ)
Lina Boff (PUC-Rio)
Luciana Marino do Nascimento (UFRJ)
Maria Luiza Bustamante Pereira de Sá (UERJ)
Michela Rosa di Candia (UFRJ)
Olavo Luppi Silva (UFABC)
Orlando Alves dos Santos Junior (UFRJ)
Pierre Alves Costa (Unicentro-PR)
Rafael Soares Gonçalves (PUC-RIO)
Robert Segal (UFRJ)
Roberto Acízelo Quelhas de Souza (UERJ)
Sandro Ornellas (UFBA)
Sérgio Tadeu Gonçalves Muniz (UTFPR)
Waldecir Gonzaga (PUC-Rio)

“Com uma escrita fluida e envolvente, Pedro Bastos revela os bastidores políticos da transição para a mobilidade elétrica no transporte coletivo urbano. O autor desconstrói a ideia de que descarbonizar o transporte consiste apenas em substituir uma tecnologia por outra. Trata-se de uma transformação sociotécnica profunda, marcada por disputas, aprendizados e novos arranjos entre atores públicos e privados. De forma crítica e consistente, o livro destaca o papel pouco explorado das redes de cooperação internacional, que impulsionam o aprendizado coletivo e desafiam os modelos tradicionais de governança urbana. Uma leitura essencial para compreender os desafios e as possibilidades da transição energética nas cidades.”

— Flávia Consoni

Professora livre-docente

Departamento de Política Científica e Tecnológica

Instituto de Geociências da Unicamp



LETR_CAPITAL

