

Cidades inclusivas, sustentáveis e inteligentes (CISI)

Impulsionando investimentos em ônibus elétricos no Brasil

Uma agenda de trabalho

Camila Gramkow
Gabriela Oliveira



NAÇÕES UNIDAS

CEPAL



cooperação
alemã

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Thank you for your interest in this ECLAC publication



Please register if you would like to receive information on our editorial products and activities. When you register, you may specify your particular areas of interest and you will gain access to our products in other formats.

[Register](#)



www.cepal.org/en/publications



www.instagram.com/publicacionesdelacepal



www.facebook.com/publicacionesdelacepal



www.issuu.com/publicacionescepal/stacks



www.cepal.org/es/publicaciones/apps

Impulsionando investimentos em ônibus elétricos no Brasil

Uma agenda de trabalho

Camila Gramkow
Gabriela Oliveira



cooperação
alemã

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Este documento foi preparado por Camila Gramkow, Oficial de Assuntos Econômicos, e Gabriela Oliveira, Consultora, ambas do Escritório da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) no Brasil, no âmbito das atividades do Programa Cidades Inclusivas, Sustentáveis e Inteligentes (CISI), desenvolvido pela CEPAL em cooperação com o Ministério Federal de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ) da Alemanha, por meio da Cooperação Técnica Alemã (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit – GIZ).

As opiniões expressadas neste documento, que não foi submetido a revisão editorial, são de exclusiva responsabilidade das autoras e podem não coincidir com as da Organização ou as dos países que representa.

Publicação das Nações Unidas
LC/TS.2023/5
Distribución: L
Copyright © Nações Unidas, 2023
Todos os direitos reservados
Impresso nas Nações Unidas, Santiago
S.22-01286

Esta publicação deve ser citada como: C. Gramkow e G. Oliveira, "Impulsionando investimentos em ônibus elétricos no Brasil: uma agenda de trabalho", *Documentos de Projetos (LC/TS.2023/5)*, Santiago, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), 2023.

A autorização para reproduzir total ou parcialmente esta obra deve ser solicitada à Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), Divisão de Documentos e Publicações: publicaciones.cepal@un.org. Os Estados Membros das Nações Unidas e suas instituições governamentais podem reproduzir esta obra sem autorização prévia. Solicita-se apenas que mencionem a fonte e informem à CEPAL tal reprodução.

Índice

Sumário executivo	5
Introdução	9
I. Um Grande Impulso para Cidades Inclusivas, Sustentáveis e Inteligentes	13
A. O contexto atual do Brasil e da América Latina	13
B. A abordagem do Grande Impulso para a Sustentabilidade	15
C. Panorama da mobilidade urbana no Brasil e na América Latina	17
D. Um Grande Impulso para a Mobilidade Sustentável	21
II. Nós críticos para o avanço da eletromobilidade	29
A. Modelos de negócios	29
B. Investimento: instrumentos de financiamento e incentivos	32
C. Infraestrutura e capacitação profissional	34
D. Produção de ônibus elétricos	35
E. Coordenação da demanda e das políticas públicas	37
III. Caminhos para a eletrificação de ônibus no Brasil: uma agenda de trabalho	41
A. Escopo e objetivos	41
B. Vetor comum: coordenação	44
C. Eixos de trabalho	45
1. Financiamento e estímulos fiscais	45
2. Coordenação de demanda e planejamento	47
3. Fortalecimento da indústria nacional	48
4. Harmonização de especificações e apoio técnico	50
5. Novos modelos de negócios	51
6. Conscientização da sociedade e transição responsável	52
D. Considerações finais	53
Bibliografia	55
Anexo	59

Quadros

Quadro 1	Resumo e principais pressupostos dos cenários analisados	26
Quadro 2	Principais impactos para a totalidade da economia em termos líquidos – acumulado até 2050	27
Quadro 3	Mecanismos nacionais e internacionais de financiamento, fomento e apoio à eletromobilidade no Brasil	33
Quadro 4	Tipologia de ônibus de baixa-emissão	35
Quadro 5	Políticas públicas que podem apoiar a eletromobilidade no Brasil	39
Quadro 6	Possibilidades para novos modelos de negócios no Brasil	51
Quadro A1	Lista de participantes do “Match-making Oferta e Demanda: Encontro estratégico para acelerar investimentos em ônibus elétricos”	60

Gráficos

Gráfico 1	Evolução da parcela das famílias com despesas em transporte urbano por faixa de renda no Brasil de 2002 a 2017	19
Gráfico 2	Emissões de gases do efeito estufa para tecnologias de transporte	24
Gráfico 3	Emissões de contaminantes atmosféricos para tecnologias de transporte	24
Gráfico 4	CAPEX das tecnologias de transporte	30
Gráfico 5	OPEX das tecnologias de transporte	30
Gráfico 6	Custo total de propriedade das tecnologias de transporte	31
Gráfico 7	Evolução do total de ônibus elétricos na América Latina de 2017 a 2022	37
Gráfico 8	Total de ônibus elétricos na América Latina por país e por cidade em 2022	38
Gráfico 9	Total de ônibus elétricos em São Paulo por tipo de veículo	38
Gráfico A1	Representação dos setores no “Match-making Oferta e Demanda: Encontro estratégico para acelerar investimentos em ônibus elétricos”	62

Diagramas

Diagrama 1	Esquema lógico da agenda de trabalho	7
Diagrama 2	A abordagem do <i>Big Push</i> para a Sustentabilidade	17
Diagrama 3	Estratégia Nacional para Mobilidade de Baixa Emissão de Carbono e Plano Nacional para a Eletromobilidade	42
Diagrama 4	Objetivos da agenda de trabalho	43
Diagrama 5	Eixos da agenda de trabalho para a eletrificação das frotas de ônibus urbanos no Brasil	44
Diagrama 6	Roteiro de ações propositivas – Coordenação	45
Diagrama 7	Roteiro de ações propositivas – Financiamento e estímulos fiscais	47
Diagrama 8	Roteiro de ações propositivas – Coordenação de demanda e planejamento	48
Diagrama 9	Roteiro de ações propositivas – Fortalecimento da indústria nacional	50
Diagrama 10	Roteiro de ações propositivas – Harmonização de especificações e apoio técnico	51
Diagrama 11	Roteiro de ações propositivas – Novos modelos de negócios	52
Diagrama 12	Roteiro de ações propositivas – Conscientização da sociedade e transição responsável	53

Mapa

Mapa 1	Proporção das oportunidades de trabalho e de educação fundamental acessíveis por transporte público em até 60 minutos, São Paulo	20
--------	--	----

Sumário executivo

O presente documento tem como objetivo desenvolver e apresentar uma agenda de trabalho para impulsionar investimentos em ônibus elétricos no Brasil. A partir de uma metodologia baseada no diálogo informado e na realização de um encontro estruturado para promover a coordenação entre os atores estratégicos da eletromobilidade no Brasil, identificaram-se os grandes pontos de consenso para o caminho rumo à eletrificação das frotas de ônibus no país, bem como os pontos e gargalos que merecem uma discussão aprofundada. Dessa forma, este documento é resultado de um esforço coletivo e das contribuições de diversos atores com efetiva atuação sobre o tema. O documento foi desenvolvido no âmbito das atividades no Brasil do Programa de Cooperação Técnica Cidades Inclusivas, Sustentáveis e Inteligentes (CISI), desenvolvido pela Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) das Nações Unidas em cooperação com o Ministério Federal Alemão de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ), por meio da Cooperação Técnica Alemã (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit – GIZ).

Parte-se de um diagnóstico sobre a necessidade urgente de uma recuperação transformadora com igualdade e sustentabilidade para superar o cenário atual de aprofundamento de brechas econômicas, sociais e ambientais de desenvolvimento, agravadas pela pandemia de COVID-19 nos países da América Latina e Caribe. Para tal, é preciso um grande impulso (ou *big push*) de investimentos transformadores em áreas estratégicas, que permitam construir, sobre bases sustentáveis, um novo estilo de desenvolvimento. Trata-se de uma abordagem baseada na coordenação de políticas e de atores para mobilizar e acelerar investimentos transformadores do estilo de desenvolvimento. Nessa abordagem, o conjunto de investimentos complementares e em escala necessários para a transição para um modelo econômico saudável, resiliente, de baixo carbono, inclusivo e sustentável são motores de um grande impulso (*big push*) para o crescimento econômico e a promoção da igualdade, contribuindo para a construção de um estilo de desenvolvimento sustentável.

A mobilidade sustentável representa uma das grandes oportunidades para um Grande Impulso para a Sustentabilidade, com um portfólio variado e crescente de soluções para a mobilidade de baixas emissões de carbono. Além da importância dos investimentos em mobilidade ativa, vêm se destacando a intensificação do uso de biocombustíveis e a eletrificação dos veículos. O transporte coletivo e, especificamente, os investimentos em ônibus elétricos apresenta-se como uma opção relevante para: descarbonizar o setor de transportes; superar o problema da contaminação atmosférica local; promover eficiência no consumo energético, bem como no aproveitamento do uso do espaço urbano; produzir

impactos positivos sobre a saúde, a qualidade de vida e a produtividade; contribuir para a retomada do crescimento da economia e para o desenvolvimento da indústria brasileira; e gerar empregos e renda.

Uma vez estabelecidos os ganhos potenciais da eletromobilidade dos ônibus no Brasil, foram identificados os principais gargalos e barreiras, isto é, os nós críticos que têm impedido um avanço mais rápido e definitivo da eletrificação dos ônibus no país. Tais nós críticos compreendem limitações ligadas aos modelos de negócios vigentes; escassez de mecanismos de financiamento e incentivos adequados à eletromobilidade; gargalos ligados à infraestrutura de recarga e à capacitação profissional; desafios associados à produção nacional de ônibus elétricos em grande escala; e aspectos ligados à coordenação da demanda a ser gerada pelos municípios e das políticas públicas nos diferentes níveis federativos.

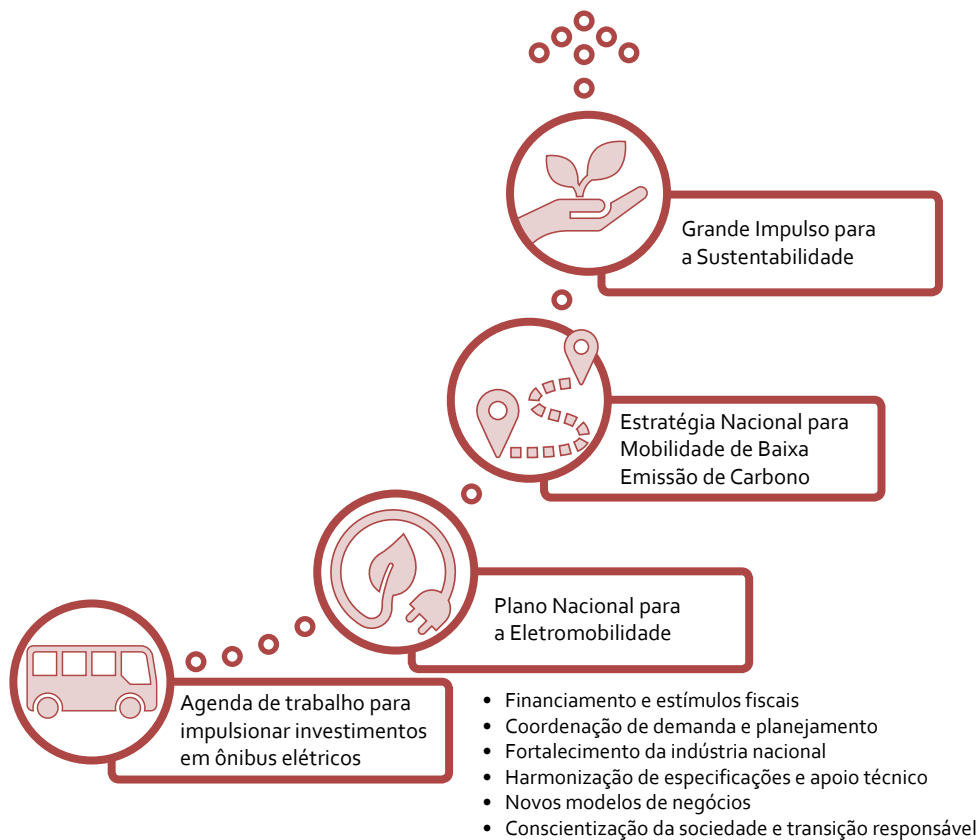
A análise e as discussões em torno dos nós críticos apontados permitiram identificar alavancas para sua superação consensualmente apontadas por atores estratégicos da eletromobilidade no Brasil. Essas alavancas convergentes levaram ao desenvolvimento da agenda de trabalho para a eletrificação de ônibus no Brasil apresentada neste documento. A finalidade de traduzir os pontos de consenso, a partir dos insumos colhidos, em uma agenda de trabalho é contribuir para a identificação de políticas, ações propositivas e caminhos que podem ser perseguidos para criar as condições necessárias para impulsionar investimentos em ônibus elétricos no Brasil.

Um dos principais pontos convergentes nesse processo foi a necessidade de uma Estratégia Nacional para Mobilidade de Baixa Emissão de Carbono, composta por planos nacionais específicos para cada uma das áreas estratégicas da mobilidade sustentável. Nesse sentido, poderia ser criado um Plano Nacional para a Eletromobilidade, que seria parte integral de tal estratégia, ao lado de planos específicos para, por exemplo, mobilidade ativa, biocombustíveis, entre outros. O desenvolvimento de um plano específico para a eletromobilidade deve-se à necessidade de um arcabouço de políticas públicas explícito e próprio para a mobilidade elétrica no Brasil. Em vista disso, a presente agenda de trabalho visa contribuir, em última instância, para gerar insumos relevantes para o desenho de um Plano Nacional para a Eletromobilidade no que se refere à eletrificação da frota de ônibus. Em primeira, instância, a agenda de trabalho estabelece objetivos, identifica eixos de trabalho e propõe um roteiro de ações propositivas para a eletrificação da frota de ônibus no Brasil, entendidos em um contexto mais amplo de mobilidade de baixas emissões de carbono. O esquema lógico é apresentado no diagrama 1.

Os objetivos da agenda de trabalho para impulsionar investimentos em ônibus elétricos no Brasil são os seguintes: i) contribuir para a mobilidade urbana de zero emissão de poluentes atmosféricos nas cidades; ii) facilitar a descarbonização do setor de transportes; iii) favorecer o transporte coletivo e o bem-estar das pessoas em seus deslocamentos urbanos; iv) apoiar o desenvolvimento de um mercado nacional de ônibus elétricos; v) promover o desenvolvimento industrial da eletromobilidade; vi) contribuir para a recuperação econômica, da renda e dos empregos; e vii) fortalecer a presença brasileira no mercado latino-americano de eletromobilidade.

A agenda de trabalho é composta por seis eixos interdependentes de trabalho, que caracterizam a estrutura proposta para essa agenda de trabalho, que são: i) financiamento e estímulos fiscais para investimentos; ii) coordenação de demanda e planejamento; (iii) fortalecimento da indústria nacional; iv) harmonização de especificações e apoio técnico; v) novos modelos de negócios; e vi) conscientização da sociedade e transição responsável. Permeando todos os eixos de trabalho, o vetor comum está no fortalecimento da coordenação entre todas as partes interessadas, incluindo entes públicos e privados, terceiro setor e sociedade civil. São apresentados ainda, para cada eixo, um roteiro de ações propositivas, que refletem propostas e medidas concretas trazidas pelos participantes.

Diagrama 1
Esquema lógico da agenda de trabalho



Fonte: Elaboração própria.

A implementação da agenda de trabalho apresentada no presente documento permitirá fundamentar as bases de um grande impulso para uma transformação sustentável dos padrões de produção e consumo de serviços de mobilidade urbana no Brasil.

Introdução

O presente documento é fruto das atividades no Brasil do Programa de Cooperação Técnica Cidades Inclusivas, Sustentáveis e Inteligentes (CISI), desenvolvido pela Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) das Nações Unidas em parceria com o Ministério Federal Alemão de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ), por meio da Cooperação Técnica Alemã (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit – GIZ). Realizado no período de 2020 a 2022, o Programa CISI teve por objetivo contribuir para um grande impulso para a sustentabilidade no setor de conectividade urbana na América Latina, com foco na eletrificação da frota de ônibus. No Brasil, o Programa concentrou-se no município de São Paulo. Foram analisadas as tendências da demanda de municípios por soluções de mobilidade elétrica, bem como a capacidade produtiva da indústria instalada no Brasil de responder à expansão ao setor da eletromobilidade. Essas análises forneceram bases importantes para o componente principal do Programa CISI no Brasil, que foi a promoção de um diálogo informado e da coordenação entre os atores estratégicos para impulsionar investimentos na eletrificação da frota de ônibus.

Diante da complexidade e dos desafios da eletrificação da frota de ônibus, a metodologia e o processo de construção desse processo de diálogo e de coordenação ancoraram-se em três eixos principais. O primeiro eixo estruturou-se em torno de diálogos bilaterais com os principais *players* da área, incluindo representantes da indústria, do terceiro setor, do poder público em diferentes esferas, do setor de financiamento e de fomento, da academia, entre outros. Foram realizadas mais de quarenta reuniões bilaterais, com a finalidade de criar um ambiente no qual os atores pudessem expressar com liberdade suas visões e perspectivas sobre eletromobilidade a partir de suas áreas de atuação. O objetivo das reuniões, realizadas de forma virtual em função das restrições impostas pela pandemia de COVID-19, foi duplo. Por um lado, buscou-se coletar impressões dos atores sobre os gargalos, os desafios e as oportunidades para os investimentos em eletromobilidade no Brasil. Essas informações foram essenciais para a identificação dos temas prioritários, articulados em torno de nós críticos para impulsionar investimentos na eletromobilidade no Brasil, que são objeto do capítulo II do presente documento. Por outro lado, foram colhidos insumos para o desenho, o escopo e o formato de um encontro que permitisse o diálogo informado e a coordenação entre atores estratégicos, com a finalidade de discutir os nós críticos identificados e as alavancas para sua superação. Esse processo de diálogo e de escuta permitiu mobilizar uma rede de atores estratégicos, entender as principais barreiras e oportunidades para destravar investimentos ônibus elétricos sob perspectivas diversas e desenvolver as atividades do projeto de forma atinente às necessidades e expectativas identificadas.

O segundo eixo baseou-se na criação de oportunidades para discussão sobre informações e análises técnicas relevantes, com a finalidade de estimular o debate, promover o acesso a resultados de pesquisas e aprofundar o diálogo sobre o tema. Essas oportunidades consistiram na realização de oficinas e eventos, abertos e fechados, dirigidos a públicos específicos e com objetivos diversos. Por exemplo, foi realizado o webinar “Tendências da mobilidade no Brasil e América Latina”¹ no dia 19 de abril de 2022, com o objetivo de apresentar e discutir análises realizadas sobre as tendências do setor, incluindo mudanças demográficas, a crescente substituição do consumo de transporte coletivo pelo transporte individual motorizado e perspectivas socioeconômicas relevantes no acesso ao transporte sustentável nas cidades. Outro exemplo foi o webinar “Capacidade de Produção de Ônibus Elétricos na América Latina”², realizado em 9 de junho de 2022, que reuniu especialistas e líderes da indústria automotiva da Argentina, Brasil, Colômbia e México para discutir desafios, oportunidades e as perspectivas para a indústria da eletromobilidade na região. O processo de organização e realização desses eventos e oficinas permitiu mobilizar atores, compartilhar conhecimentos e perspectivas e promover um diálogo informado.

Por fim, o terceiro eixo culminou, como resultado desse processo de diálogo e colaboração com diversos atores, na concepção e realização do “*Match-Making* Oferta e Demanda: Encontro estratégico para acelerar investimentos em ônibus elétricos”³. Realizado no dia 20 de maio de 2022, de forma presencial em São Paulo (SP), o encontro foi realizado pela CEPAL e pela Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica (PNME), com apoio institucional da Secretaria Municipal de Relações Internacionais da Prefeitura de São Paulo (SMRI), do Instituto Clima e Sociedade (ICS) e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). O objetivo do evento foi promover e orientar um encontro estruturado para coordenação entre atores ligados à demanda por mobilidade urbana sustentável com foco na cidade de São Paulo e atores vinculados à oferta da indústria da mobilidade nacional e sua cadeia de valor, assim como representantes do sistema de financiamento e de fomento, com vistas a apontar caminhos para destravar os investimentos em ônibus elétricos no Brasil. Em última instância, o produto esperado de tal encontro foi o desenvolvimento de uma agenda de trabalho definida em comum acordo entre os participantes, que descreve os pontos de consenso identificados pelos participantes da atividade, bem como os pontos e gargalos que merecem uma discussão aprofundada. Tal agenda de trabalho é objeto do capítulo III do presente documento.

A metodologia do encontro estratégico foi cuidadosamente construída com base em técnicas de facilitação que permitissem a coordenação entre os atores, de modo a possibilitar e potencializar oportunidades de *match* entre as partes necessárias para que os investimentos em ônibus elétricos sejam viabilizados, notadamente: demanda, oferta e financiamento. A partir do acúmulo de conhecimento e informação obtido nos dois eixos descritos anteriormente, foram identificados os nós críticos, compostos pelos principais gargalos e desafios mais urgentes, que foram objeto de discussão no encontro (capítulo II). A metodologia desenvolvida para o evento, baseada em rodadas de diálogos em grupo organizados e de conversas bilaterais (*one-on-one conversations*), proporcionou que a dinâmica partisse da discussão dos nós críticos para culminar em uma convergência consensual sobre estratégias e ações que se traduzem na agenda de trabalho para impulsionar investimentos em ônibus elétricos no Brasil (capítulo III).

Participaram do encontro estratégico 70 autoridades, lideranças e especialistas na área de eletromobilidade no Brasil convidados, dentre eles, tomadores de decisão do poder público das esferas federal e municipal de São Paulo e de outros municípios; líderes da indústria de fabricantes de ônibus, peças, componentes, motores elétricos, equipamentos, baterias, infraestrutura de recarga e de energia elétrica; representantes de organizações sem fins lucrativos, do terceiro setor e de outras cooperações técnicas internacionais atuantes na eletromobilidade; assim como de representantes dos operadores

¹ Mais informações sobre o webinar Tendências da mobilidade no Brasil e América Latina: <https://www.cepal.org/pt-br/notas/cepal-realiza-webinar-tendencias-mobilidade-brasil-america-latina>.

² Mais informações sobre o webinar Capacidade de Produção de Ônibus Elétricos na América Latina: <https://www.cepal.org/pt-br/notas/capacidade-producao-onibus-eletricos-america-latina-tema-discussao-especialistas-lideres>.

³ Mais informações sobre Match-Making Oferta e Demanda: Encontro estratégico para acelerar investimentos em ônibus elétricos: <https://www.cepal.org/es/node/56265>.

do transporte público municipal de São Paulo e de instituições-chave do sistema de financiamento e fomento. No Anexo 1 pode-se consultar a lista de participantes e a participação setorial no encontro.

As ricas discussões dos três eixos descritos geraram insumos fundamentais para a elaboração do presente documento. Portanto, este documento é resultado de um esforço coletivo e das contribuições de diversos atores com efetiva atuação sobre o tema. Este documento está organizado da seguinte forma. Além dessa Introdução, o capítulo I descreve a abordagem do Grande Impulso para a Sustentabilidade e elenca os principais elementos que fazem da eletrificação da frota de ônibus uma área estratégica para investimentos transformadores rumo à sustentabilidade. No capítulo II, são apresentados os nós críticos, ou seja, os principais gargalos identificados para destravar investimentos em ônibus elétricos no Brasil. Finalmente, no capítulo III é apresentada a agenda de trabalho, fruto dos consensos identificados pelos atores da área, que descreve ações de coordenação para impulsionar um *big push* de investimentos em ônibus elétricos no Brasil.

I. Um Grande Impulso para Cidades Inclusivas, Sustentáveis e Inteligentes

O presente capítulo apresenta o atual contexto do Brasil e da América Latina, sublinhando a necessidade urgente de uma recuperação transformadora com igualdade e sustentabilidade. Descreve a abordagem do Grande Impulso para a Sustentabilidade para apoiar os países na construção de estilos de desenvolvimento com sustentabilidade social, econômica e ambiental. Apresenta o panorama da mobilidade urbana no Brasil em seu contexto regional. Por fim, desenvolve os principais aspectos e características de um grande impulso para a mobilidade sustentável.

A. O contexto atual do Brasil e da América Latina

O ponto de partida da discussão que se faz no presente documento é a necessidade urgente de se construírem modelos ou estilos de desenvolvimento sustentáveis no tripé econômico, social e ambiental. Evidências de insustentabilidades econômicas, sociais e ambientais dos estilos de desenvolvimento prevalentes no Brasil e nos países da América Latina e Caribe (ALC) já eram perceptíveis no contexto pré-pandemia e tornaram-se mais visíveis e severas com os desdobramentos da crise sanitária, econômica e social que se instalou com a pandemia de COVID-19 na região e no mundo. Do ponto de vista econômico, no sexênio imediatamente anterior à pandemia (2014 a 2019), a ALC cresceu a uma taxa média de 0,3% ao ano. No Brasil, a situação não diferiu muito, uma vez que o mesmo período (2014 a 2019) também foi o sexênio de menor crescimento médio do país desde a década de 1950, com taxa de crescimento interanual real média de -0,4% (IPEADATA, 2022).

Tomando em conta alguns indicadores no âmbito social, a ALC observava, desde 2014, um aumento da pobreza, dado que a proporção da população da região em situação de pobreza passou de 27,8% em 2014 para 30,5% em 2019 (CEPAL, 2021a). A pobreza extrema, no mesmo período, também aumentou, de 7,8% da população da região em 2014 para 11,3% em 2019 (ibid.). Essa deterioração da situação social fez com que houvesse um estancamento do Índice de Gini de distribuição da renda de 2017 a 2019, o que pode indicar uma interrupção da tendência de redução da desigualdade que estava em curso desde o início da década de 2000 (ibid.). Esse dado merece atenção, pois, apesar de importantes esforços nas últimas décadas, a ALC permanece sendo a região com os maiores níveis de desigualdade de renda do

mundo (PNUD, 2019). No Brasil, a população em situação de pobreza passou de 22,8% em 2014 para 25,3% em 2018, e a população em situação de pobreza extrema passou de 4,5% para 6,5% (CEPALSTAT, 2021). E a distribuição de renda no país, medida pelo coeficiente de Gini, passou de 0,514 em 2014 para 0,538 em 2019, indicando um aumento da desigualdade de renda (ibid.).

Por sua vez, examinando-se alguns indicadores da dimensão ambiental, a ALC vinha em uma trajetória de perda de mais de 100 milhões de hectares de sua cobertura de florestas naturais de 1990 a 2015 (CEPALSTAT, 2021). A perda da cobertura florestal implica riscos crescentes de falta de disponibilidade de serviços ecossistêmicos, ou seja, dos serviços que a natureza presta para os seres humanos, notadamente a disponibilidade de água, mas também formação e fertilização de solos, polinização, regulação do clima local, entre outros. Além disso, o desmatamento é uma das principais fontes de emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil e na região. De 2014 a 2019, no Brasil, embora tenha havido uma redução de emissões de GEE de processos industriais (-3,5%) e de energia (-13,9%), o total emitido manteve-se relativamente estável em torno de 2 bilhões de toneladas anuais de dióxido de carbono equivalente (CO_{2e}), em função do aumento das emissões por desmatamento (+2,2%; SEEG, 2022). Esses dados apontam que o Brasil e a região estavam seguindo uma trajetória de crescente degradação ambiental. Essa tendência não apenas é insustentável do ponto de vista ambiental, mas também pode traduzir-se em custos crescentes da descarbonização devido ao *carbon lock-in*, ou seja, aos custos de transição que se tornam cada vez maiores à medida que a estrutura produtiva se aprofunda em um padrão contaminante, poluidor e intensivo no uso de recursos naturais.

Em resumo, havia sinais de insustentabilidades nas três dimensões do desenvolvimento sustentável no Brasil e na região, mesmo antes de a pandemia chegar na ALC. A chegada da crise associada à pandemia de COVID-19 na região em um contexto de brechas estruturais históricas marcadas, incluindo pobreza, desigualdade e restrições de longo prazo ao crescimento econômico, foi determinante para que a ALC se tornasse a região mais atingida do mundo pelos efeitos da pandemia (CEPAL, 2021a). Até junho de 2021, mais de 1.260.000 pessoas morreram por conta da COVID-19 nos países da ALC (CEPAL, 2021d). Essa cifra equivale a 32% do total mundial de falecimentos, embora a população da região represente somente 8,4% da população mundial (ibid.). Foram somados ao baixo crescimento econômico choques externos negativos e a necessidade de implementação de políticas de confinamento, distanciamento físico e limitação das atividades produtivas, que fizeram com que a emergência sanitária se materializasse em uma contração econômica de 3,9% em 2020, a maior retração desde 1990 no país (IPEADATA, 2022).

A queda só não foi maior devido aos esforços dos países da região em responder aos efeitos da pandemia. Estima-se que os países latino-americanos realizaram um esforço fiscal da ordem de 4,3% do PIB, em média, enquanto no Brasil esses esforços chegaram a 8,5% do PIB (CEPAL, 2021c). No Brasil, houve uma expansão do gasto do governo central, principalmente subsídios e transferências correntes a domicílios e ao setor produtivo, que aumentaram em 5,8 pontos percentuais do PIB de 2019 para 2020 (CEPAL, 2021e). Destaca-se o auxílio emergencial, que injetou R\$ 294,7 bilhões (cerca de 4% do PIB) na economia brasileira em 2020, beneficiando 67,9 milhões de brasileiros, o que representa 32,2% da população e cerca de 40% das residências do país (CEF, 2021).

Embora o nível de atividade econômica pré-pandemia tenha sido retomado em 2021, nota-se que os efeitos da crise seguem manifestos. Há mais de 65 milhões de pessoas fora da força de trabalho (segundo dados do IBGE para o 1º trimestre de 2022; IBGE, 2022), sendo dois terços mulheres. Esse número já recuou (dos 72 milhões no 2º trimestre de 2020), mas ainda se encontra acima do nível pré-pandemia (de 61 milhões observados no 1º trimestre de 2019). Isso significa que muitas pessoas que saíram da força de trabalho na pandemia, boa parte delas mulheres que passaram a ficar em casa para se dedicar aos cuidados do núcleo familiar, ainda não retornaram ao mercado de trabalho.

Em termos de impacto sobre emissões de gases do efeito estufa (GEE), projeta-se que houve uma redução devido à contração da atividade econômica, particularmente nos períodos em que houve uma maior restrição sobre a circulação de pessoas (Le Quere e outros, 2020). No Brasil, o período com mais restrições (em torno de abril 2020) levou a uma redução de cerca de 25% das emissões de GEE,

principalmente devido à redução das emissões no setor de transporte de superfície (ibid.). Entretanto, o mesmo estudo aponta que essa redução das emissões não é sustentável, já que, uma vez que as medidas restritivas são removidas, as emissões retornam ao patamar anterior. O estudo conclui que somente será possível atingir uma redução sustentável no tempo das emissões de GEE com mudança estrutural, a partir de investimentos de baixo carbono em diversos setores.

Em suma, a pandemia de COVID-19 magnificou as fragilidades econômicas, sociais e ambientais da ALC e do Brasil e tornou manifesta a necessidade urgente de uma recuperação transformadora com igualdade e sustentabilidade.

B. A abordagem do Grande Impulso para a Sustentabilidade

A “normalidade” pré-pandemia não representa um caminho de referência para a retomada. Na realidade, tornou-se evidente a necessidade de uma recuperação transformadora, que coloque os países da ALC em uma trajetória rumo à sustentabilidade e à igualdade. Se o antigo “normal” não foi capaz de resolver as grandes questões do desenvolvimento, hoje em dia superar a crise apresenta-se como uma estreita janela de oportunidade para criar um novo estilo de desenvolvimento em cujo centro estejam a sustentabilidade e a igualdade. Mudar o estilo de desenvolvimento é urgentemente necessário, não apenas porque os custos da inação são muito altos, nem somente porque a janela de oportunidade para manter o aquecimento global dentro dos limites internacionalmente acordados —e evitar ultrapassar os limites planetários— é estreita. A razão mais importante é que existem numerosas oportunidades para que uma nova geração de políticas pró-sustentabilidade e pró-igualdade seja propulsora de um novo ciclo de desenvolvimento econômico, em linha com uma recuperação transformadora com sustentabilidade e igualdade.

A Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) vem desenvolvendo uma abordagem renovada, chamada “*Big Push* (ou Grande Impulso) para a Sustentabilidade” para apoiar os países da ALC na construção de estilos de desenvolvimento sustentáveis (CEPAL, 2020a). Em termos simples, a abordagem do *Big Push* para a Sustentabilidade representa uma coordenação de políticas (públicas e corporativas, nacionais e subnacionais, setoriais, fiscais, regulatórias, financeiras, de planejamento etc.) para mobilizar investimentos transformadores do estilo de desenvolvimento. Nessa abordagem, o conjunto de investimentos complementares e em escala necessários para a transição para um modelo econômico saudável, resiliente, de baixo carbono, inclusivo e sustentável são motores de um grande impulso (*big push*) para o crescimento econômico e a promoção da igualdade, contribuindo para a construção de um desenvolvimento mais sustentável no seu tripé econômico, social e ambiental (CEPAL, 2020a; CEPAL/FES, 2019; Gramkow (Org.), 2020). Os investimentos são a variável mais importante, em função de seu carácter dinamizador da economia, da renda e dos empregos no curto prazo, bem como por carregar consigo um potencial transformador de longo prazo. Afinal, são os investimentos de hoje que explicam a estrutura produtiva de amanhã.

O *Big Push* para a Sustentabilidade é inspirado na ideia de Paul Rosenstein-Rodan (1957) de que é necessário um conjunto substancial de investimentos complementares —que dê um grande impulso (*Big Push*)— para permitir uma transformação definitiva de estilo de desenvolvimento. São necessários dois aspectos principais para essa transformação: escala mínima e coordenação de investimentos. A questão da escala mínima sublinha que somente será possível obter uma transformação verdadeira do estilo de desenvolvimento se um volume muito grande de investimentos for mobilizado. Para se limitar o aquecimento global a 1,5°C ou bem abaixo de 2°C, conforme estabelecido pelo Acordo de Paris, será necessário atingir emissões líquidas nulas de GEE até 2050 e 2070, respectivamente (IPCC, 2022). Não se trata de uma mudança marginal ou pequena, mas sim de transformar estruturalmente como produzimos, transmitimos e consumimos energia; de mudar profundamente a forma como as pessoas e as mercadorias são locomovidas no território; e de transformar a relação entre a atividade humana e a natureza. De fato, estima-se que a transição de baixo carbono no Brasil requer investimentos da ordem de R\$ 890 bilhões (BID, 2017) a USD 1,3 trilhões (IFC, 2016) até 2030.

Segundo a abordagem do *Big Push* para a Sustentabilidade, além da escala mínima, é preciso compor cuidadosamente o *mix* de investimentos para que efetivamente se possa transformar o estilo de desenvolvimento. A questão da coordenação sublinha que só serão viáveis individualmente os investimentos que forem articulados de modo simultâneo com outros investimentos. Por exemplo, os investimentos em veículos elétricos somente serão viáveis se forem realizados, simultaneamente, investimentos em infraestrutura de recarga e vice-versa. O sucesso de um investimento depende do outro. A complementaridade de investimentos se aplica também a investimentos em educação, para equipar a força de trabalho com as habilidades necessárias para o futuro, e na construção de competências produtivas, científicas, tecnológicas e inovativas. O desenvolvimento tecnológico e produtivo é uma área estratégica para o *Big Push* para a Sustentabilidade, uma vez que não apenas possibilita desenvolver soluções técnicas adequadas à realidade do país e reduzir os custos da transição, mas, principalmente, por permitir reter nacionalmente os benefícios socioeconômicos da transição de baixo carbono. Fortalecer a inovação e a agregação de valor é a única fonte sustentável de competitividade no longo prazo (CEPAL, 2016). Ou seja, na abordagem do *Big Push* para a Sustentabilidade a composição do *mix* de investimentos transformadores deve ser cuidadosamente forjada para que a transição para uma economia de baixo carbono e sustentável se torne parte indissociável de uma estratégia de desenvolvimento para o país.

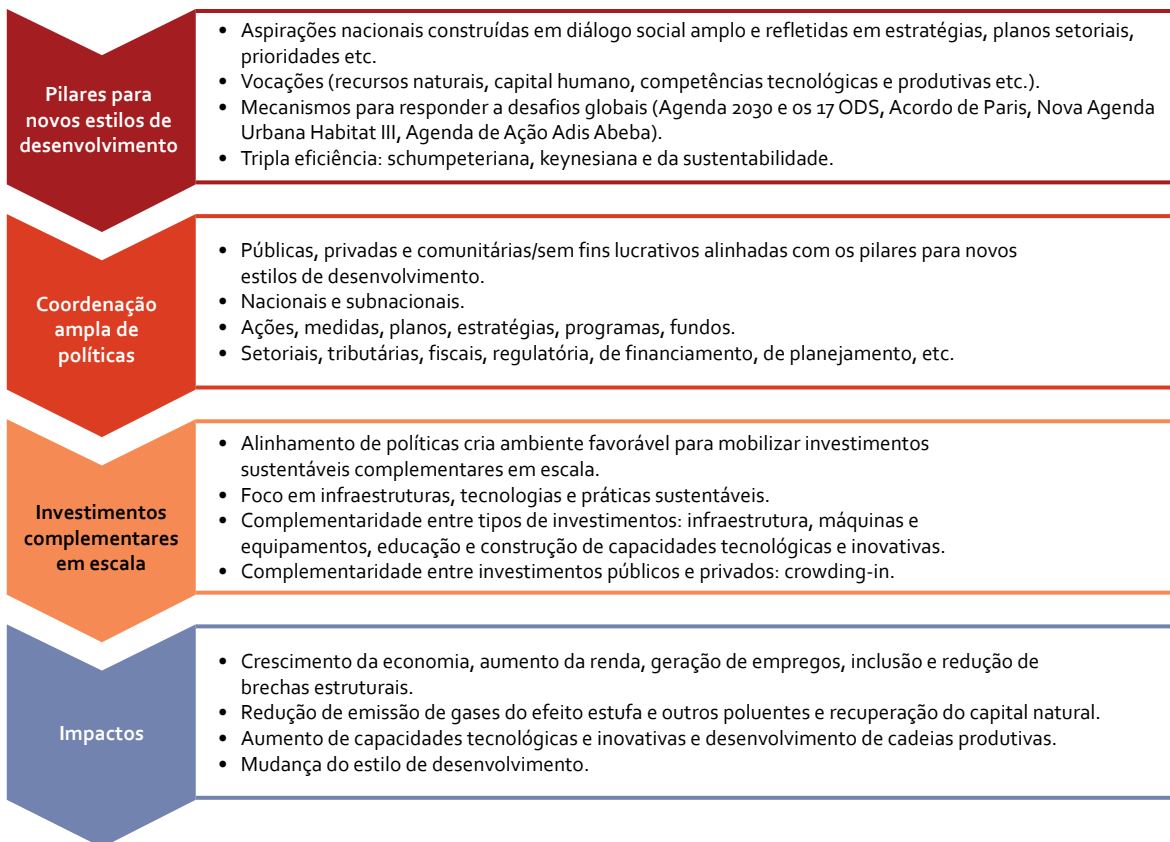
Na abordagem do *Big Push* para a Sustentabilidade, os investimentos transformadores devem ser orientados para o estilo de desenvolvimento que se busca construir. Não há um único estilo de desenvolvimento sustentável, mas sim uma ampla gama de opções possíveis. Em muitos territórios, existem processos estabelecidos que jogam luz sobre o estilo almejado, incluindo as estratégias de planejamento, os planos setoriais, as prioridades para o gasto público e os objetivos e as diretrizes estabelecidas para as políticas públicas. As vocações dos países também são um pilar importante a se ter em consideração, incluindo o tipo e a disponibilidade de recursos naturais, a abundância e a qualificação do capital humano e as competências tecnológicas e produtivas instaladas. Além disso, tomam-se em conta os mecanismos de coordenação internacional para enfrentar desafios globais comuns, tais como a Agenda 2030 e seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015).

Outra “luz” para a construção de estilos de desenvolvimento sustentáveis é a eficiência tríplice do *Big Push* para a Sustentabilidade: i) a eficiência schumpeteriana, segundo a qual uma matriz produtiva mais integrada, complexa e intensiva em conhecimento gera externalidades positivas de aprendizado e inovação que se irradiam para toda a cadeia de valor; ii) a eficiência keynesiana, que destaca que há ganhos de eficiência (de escala e de escopo) da especialização produtiva em bens cuja demanda cresce relativamente mais, gerando efeitos multiplicadores e impactos positivos na economia e nos empregos; e iii) eficiência de sustentabilidade, que diz respeito à viabilidade econômica, justiça social e sustentabilidade ambiental. O estilo de desenvolvimento aspirado e a eficiência tríplice conformam os pilares orientadores dos investimentos transformadores a serem mobilizados.

É preciso articular e coordenar políticas para que se possam mobilizar investimentos massivos, nacionais e estrangeiros, públicos e privados, nas áreas estratégicas e complementares para um *Big Push* para a Sustentabilidade, que incluem práticas, tecnologias, setores e infraestrutura sustentáveis, bem como, conforme apontado, em capacidades científicas, tecnológicas e inovativas e educação. Esse é o ponto mais importante na abordagem do Grande Impulso para a Sustentabilidade: é necessário haver uma coordenação e articulação de fato, orquestrada pelo Estado, de modo a viabilizar investimentos em várias áreas e ao mesmo tempo.

A coordenação é simultaneamente o desafio crítico e a principal oportunidade do *Big Push* para a Sustentabilidade. Se uma ampla gama de políticas (públicas e corporativas, nacionais e subnacionais, setoriais, tributárias, regulatórias, fiscais, financeiras, de planejamento, etc.) estiver alinhada e coesa com os pilares do novo estilo de desenvolvimento que se almeja construir, um ambiente favorável para mobilizar os investimentos necessários será estabelecido, ancorado em incertezas reduzidas, sinais de preços corrigidos e um *mix* de políticas adequado.

Diagrama 2
A abordagem do *Big Push* para a Sustentabilidade



Fonte: Elaboração própria.

Dessa forma, esse grande conjunto de investimentos sustentáveis poderia ser um Grande Impulso (ou um *Big Push*) para um novo ciclo de crescimento econômico, gerando empregos e renda, contribuindo para a recuperação da economia, e diminuindo desigualdades, enquanto reduz a poluição e mantém e regenera a base de recursos naturais do qual o desenvolvimento econômico e social depende. O presente momento pode ser uma oportunidade para se construir uma estratégia de recuperação transformadora, com base em um *Big Push* para a Sustentabilidade. A CEPAL (2020a) identificou que há oito áreas estratégicas para investimentos transformadores do estilo de desenvolvimento, que são: mobilidade urbana sustentável, energias renováveis, bioeconomia, transformação digital, complexo industrial da saúde, economia circular e economia dos cuidados. Essas áreas são estratégicas, pois são portadoras da competitividade do futuro (por exemplo, a transformação digital), estão associadas à proteção do meio ambiente (como energias renováveis e economia circular) e promovem o bem-estar social (e.g. economia dos cuidados). O presente documento tem como foco a área de mobilidade urbana sustentável.

C. Panorama da mobilidade urbana no Brasil e na América Latina

A mobilidade é uma área chave para o desenvolvimento. A rapidez, o custo, a segurança e a eficiência com os quais as pessoas e os produtos podem ser locomovidos são aspectos centrais da competitividade sistêmica de um país. Há muito tempo, a CEPAL vem apontando que no mercado internacional competem não apenas empresas, mas na realidade são confrontados sistemas produtivos, estruturas educacionais, científicas e tecnológicas, infraestruturas de transporte, de energia e telecomunicações, entre outros

(Fajnzylber, 1988). É nesse sentido que a competitividade se dá como resultado de um processo sistêmico, no qual o transporte de pessoas e de mercadorias exerce papel central, especialmente em países de dimensões continentais, como é o caso do Brasil.

A infraestrutura de transporte determina quão integrado está o território. Na ALC, os padrões predominantes de infraestrutura de transporte consolidam as disparidades regionais. A infraestrutura logística, por exemplo, segue um modelo de enclave, que tem se articulado em torno da exploração e exportação de alguns poucos recursos naturais extrativos, gerando limitados encadeamentos produtivos, reduzindo as possibilidades de diversificação produtiva e provocando a marginalização econômica e social das regiões e das atividades que não estão diretamente vinculadas àqueles recursos (Muñoz e Perez, 2017). Com o tempo, a malha de transportes se atualizou em termos de capacidade e qualidade, mas a conectividade dos territórios dentro de cada país ou entre os países da região continua sendo insuficiente (CEPAL, 2018). Consequentemente, consolida-se a fragmentação das conexões internas e entre os países da região, provocando assimetrias entre o campo e a cidade, concentração da pobreza em certas áreas e ineficiências econômicas e ambientais. Nos espaços urbanos, nota-se que muitas cidades da região sofreram, especialmente a partir de 1950, uma expansão urbana muito rápida, que levou ao crescimento exponencial do número de veículos motorizados concomitante a um processo desordenado de ocupação territorial (Vasconcelos, 2019). Com isso, o padrão da mobilidade nos centros urbanos latino-americanos tem levado à segregação espacial, congestionamento e tempo excessivo despendido na locomoção, que recaem especialmente sobre as pessoas que vivem em áreas periféricas.

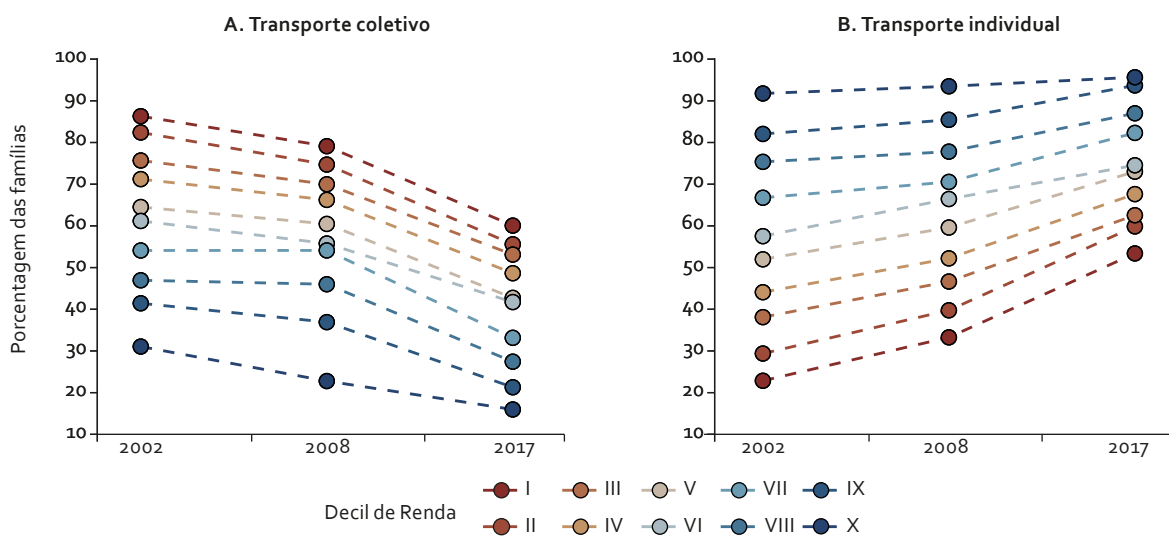
No Brasil, similarmente ao padrão regional, o transporte sobre rodas exerce um papel expressivo na locomoção de pessoas e de mercadorias. O transporte rodoviário é responsável por 65% da movimentação de cargas no país em termos de toneladas-quilômetros úteis (EPL, 2018). Segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT), 59% da extensão de rodovias no país apresenta problemas, o que leva a um aumento médio dos custos operacionais dos veículos (incluindo manutenção veicular, consumo de combustível, lubrificantes, pneus e freios) de 28,5% no Brasil (CNT, 2019). A baixa conectividade e qualidade da infraestrutura de transporte brasileira enfraquece sua competitividade sistêmica. O Brasil encontra-se na 71ª posição geral do *ranking* de competitividade global do Fórum Econômico Mundial, que inclui 141 países, sendo que no quesito infraestrutura de transportes, o país está na 85ª posição (FEM, 2019).

A mobilidade de pessoas também é muito dependente do transporte sobre rodas, especialmente o transporte individual motorizado. De todas as viagens realizadas pelas pessoas no país, 54% são sobre rodas, sendo 30% em transporte individual motorizado (automóveis e motocicletas) e 24% em transporte coletivo (ônibus; ANTP, 2020b). Destaca-se que tem se observado no Brasil uma tendência, pelo menos nos últimos vinte anos, de crescente uso do transporte individual em detrimento do uso de transportes coletivos nas cidades brasileiras (Pereira e outros, 2021). Embora a substituição do transporte coletivo pelo individual seja observada em todas as faixas de renda, essa tendência tem sido consideravelmente maior entre as famílias mais pobres (gráfico 1; *ibid.*).

Essa mudança no padrão de demanda por transporte é atribuída a políticas de incentivo ao transporte individual (incluindo subsídios diretos e indiretos para a compra e uso de veículos motorizados), ao aumento do custo do transporte coletivo em relação ao transporte individual, à maior qualidade relativa do transporte individual em termos de conveniência, velocidade e capilaridade e ao aumento real da renda das famílias nas últimas duas décadas no Brasil (*ibid.*). Destaca-se também o crescente papel do transporte por aplicativos (Borba, 2020; Barassa e outros, 2022). Recentemente, verificou-se que a pandemia de COVID-19 acelerou a tendência de redução da demanda por transporte coletivo, atingindo a marca de 80% de queda em março de 2020 (*ibid.*). Além do impacto financeiro, houve consequências negativas relacionadas à interrupção de serviços prestados por empresas operadoras, fechamento de postos de trabalho e greves, protestos e manifestações que ocasionaram a interrupção da oferta de serviços (NTU, 2021b). A contínua queda na demanda por transporte público gera pressão para aumento das tarifas, produzindo um ciclo vicioso de aumento de preços e redução de demanda. Assim, aponta-se que a pandemia contribuiu para aprofundar o ciclo vicioso de perda de passageiros e elevação de tarifas

no transporte público e acentuar a tendência histórica de substituição do transporte coletivo pelo individual nas cidades brasileiras (ibid.).

Gráfico 1
Evolução da parcela das famílias com despesas em transporte urbano por faixa de renda no Brasil de 2002 a 2017
(Em porcentagem)



Fonte: Pereira e outros (2021).

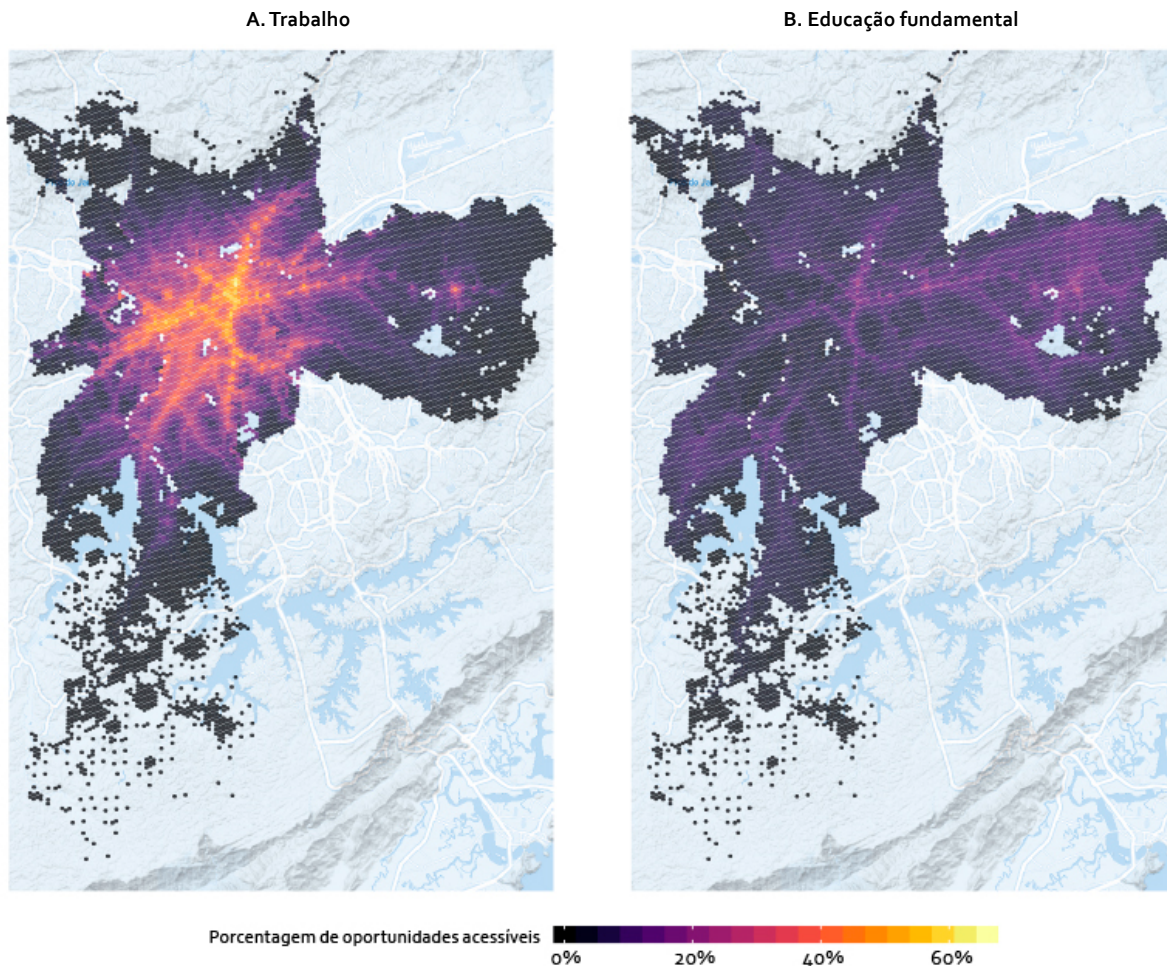
A expansão desordenada da frota de veículos individuais no Brasil tem se traduzido no agravamento dos congestionamentos, aumento do tempo médio que as pessoas dispõem no trânsito e elevação dos níveis de poluição urbana e do número de acidentes de trânsito (Pereira e outros, 2021). O setor de transportes é o maior consumidor de energia do país (32,7%), seguido da indústria (31,7%), segundo EPE (2019). Apesar de um aumento da participação das fontes renováveis no setor de transportes (de 15% em 2012 para 23,2% em 2018), o consumo de energia nesse setor é essencialmente fóssil, sendo o óleo diesel e a gasolina responsáveis por, respectivamente, 43,6% e 25,8% de seu consumo energético no país (ibid.). Consequentemente, o setor de transportes é o responsável pela maior parte das emissões antrópicas associadas à matriz energética brasileira, com 46,3% do total (ibid.).

Esse padrão de mobilidade se traduz em uma série de ineficiências econômicas, sociais e ambientais. Nas cidades, a poluição e a contaminação atmosférica a partir de gases emitidos dos sistemas a combustão interna no transporte (tais como óxidos de nitrogênio, dióxido de enxofre, material particulado, fumaça preta, monóxido de carbono, entre outros) têm sido associadas ao aumento de doenças respiratórias e cardiovasculares, câncer e disfunções reprodutivas (OMS, 2011). A movimentação das pessoas em veículos motorizados representa, no Brasil, um custo anual associado à poluição atmosférica de R\$ 22,9 bilhões (ANTP, 2020a). Estima-se que, na cidade de São Paulo, quatro mil pessoas morrem por ano por problemas causados pela poluição do ar, gerando custos equivalentes a US\$ 1,5 bilhão ao Estado (Vaz e outros, 2015). Ademais, os acidentes de trânsito estão entre as principais causas de mortes no país, levando a mais de 23 mil vítimas fatais por ano (ANTP, 2020a). O tráfego rodoviário é a maior causa de ruído na maioria das cidades e a poluição sonora está relacionada a agravamento dos níveis de estresse, aumento da pressão arterial e distúrbios do sono, entre outros impactos danosos sobre a saúde (OMS, 2011). No Brasil, o custo anual dos acidentes é estimado em R\$ 115,4 bilhões, enquanto o custo anual do ruído é estimado em R\$ 4,1 bilhões (ANTP, 2020a).

A infraestrutura de mobilidade determina a eficiência do acesso das pessoas a oportunidades de emprego, serviços de saúde e educação, atividades culturais e de lazer. Um estudo recente, baseado em

estimativas de acessibilidade por modos de transporte ativo (a pé e de bicicleta) para as vinte maiores cidades do Brasil e por transporte público para sete grandes cidades (São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Recife, Fortaleza, Porto Alegre e Curitiba), realizado no marco do Projeto Acesso a Oportunidades⁴, mostrou que há alta acessibilidade nas áreas centrais das cidades, enquanto as áreas periféricas são caracterizadas por desertos de oportunidades (mapa 1; Pereira e outros, 2019). As disparidades centro-periferia nas cidades, somadas à baixa conectividade, apresentam implicações sobre as diversas manifestações da desigualdade. Por exemplo, o estudo aponta que as regiões centrais concentram equipamentos de saúde de alta complexidade, o que faz com que a população negra, geralmente moradora da periferia e menos servida de infraestrutura de mobilidade, tenha níveis de acessibilidade mais reduzidos em relação à população branca (ibid). Ainda, a disponibilidade e o custo de serviços de transporte para as regiões centrais das cidades, onde tendem a se concentrar as melhores oportunidades de empregos, podem obstaculizar a participação de residentes na periferia no mercado de trabalho formal. Ou seja, o padrão de mobilidade prevalente no Brasil tende a consolidar desigualdades de raça e de renda.

Mapa 1
Proporção das oportunidades de trabalho e de educação fundamental acessíveis
por transporte público em até 60 minutos, São Paulo



Fonte: Pereira, Rafael e outros (2019), "Desigualdades socioespaciais de acesso a oportunidades nas cidades brasileiras", Texto para Discussão IPEA, N° 2353, Brasília.

Nota: Os limites e os nomes que figuram neste mapa não implicam seu apoio ou aceitação oficial pelas Nações Unidas.

⁴ Projeto Acesso a Oportunidades – <https://www.ipea.gov.br/acessoportunidades>.

A atual infraestrutura de mobilidade urbana apresenta impactos especialmente adversos sobre as mulheres (Olivera e outras, 2021). Em geral, as mulheres apresentam um padrão de deslocamento distinto dos homens, que vão além dos objetivos laborais e que incluem deslocamentos relacionados à economia do cuidado (Casas, Lara e Espinosa, 2019). Com maior frequência que os homens, as mulheres realizam viagens acompanhadas de crianças ou pessoas com dificuldades de locomoção e idosos, além de estarem equipadas com bagagem e compras. Isso implica que, ao contrário de viagens concentradas e de longa a média distância comumente realizadas pelos homens, as mulheres realizam viagens fragmentadas e mais curtas, com múltiplas paradas no trajeto, horários variáveis e em função de múltiplos objetivos, incluindo os laborais e aqueles relacionados à realização de suas tarefas sociais e domésticas (ibid.). Esse padrão de deslocamento torna-se especialmente desafiador quando não se tem acesso a veículo pessoal. De fato, as mulheres têm menos probabilidade de possuir um carro e/ou de ter habilitação para dirigir que os homens (Uteng, 2011). Isso torna as mulheres mais dependentes do transporte público que os homens. Em Belo Horizonte, por exemplo, 6% das mulheres usam carro para ir trabalhar, em comparação com 23% dos homens (ibid.). As mulheres são as principais usuárias do transporte público, cuja situação contribui de maneira decisiva para a extenuação da capacidade física das mulheres, ampliando o cansaço gerado pela sobrecarga de trabalho (ITDP, 2018). Um levantamento realizado com mulheres em seis localidades de quatro estados brasileiros (Rio de Janeiro, São Paulo, Rio Grande do Norte e Pernambuco) apontou que 77,8% têm medo de esperar o transporte sozinha (por razões que incluem assalto, assédio e estupro) e que 43,8% já sofreu assédio dentro do transporte público (ActionAid, 2014). Ademais, a falta de acessibilidade à infraestrutura de mobilidade adequada leva as mulheres a voltar para casa mais cedo devido a questões de segurança, perdendo assim oportunidades de negócios, de emprego, de lazer e de educação (Uteng, 2011; ActionAid, 2014; CEPAL, 2018). Isto é, o padrão atual de mobilidade no Brasil tem contribuído, também, para consolidar as desigualdades de gênero no país.

Os dados apresentados são simbólicos da expressão territorial das ineficiências dos atuais estilos de desenvolvimento latino-americanos traduzidas no padrão de mobilidade. As diversas formas de manifestação da desigualdade (de renda, de raça e de gênero, dentre outras) e que se expressam em discrepâncias territoriais, agravadas por uma baixa conectividade, são causadoras de ineficiências na economia, que se autorreforçam. A desigualdade deteriora o ambiente institucional, de políticas e de esforços, fragilizando a inovação e a construção de capacidades necessárias para o desenvolvimento (CEPAL, 2018). Por exemplo, a ineficiência limita a difusão na sociedade de educação e de capacidades gerando entraves à inovação, cria barreiras à criatividade e ao esforço devido a discriminações de diversas naturezas e inibe a superação da cultura do privilégio, que trava a ascensão de novos agentes, setores e ideias (ibid.). O caso das mulheres que perdem oportunidades de capacitação e de empregos, consequentemente reduzindo produtividade e renda, por temerem por sua segurança ao usar transporte público à noite, ilustra esse argumento. Além disso, as desigualdades persistentes inibem a criação de um mercado interno de maior escala, impedindo o desenvolvimento de cadeias econômicas inteiras que requerem uma escala mínima para viabilizar sua operação e, com isso, a geração de empregos que remuneram melhor, de maior produtividade e em melhores condições de trabalho. Essas evidências apontam para a relevância de ser ter em conta questões de gênero e de direitos humanos na mobilidade urbana (Martínez, Maldonado e Schonsteiner, eds., 2022).

A reversão do círculo vicioso de ineficiências econômicas criadas por uma mobilidade ineficiente —de poluição e emissão de gases do efeito estufa (GEE) até impactos sobre a saúde, a qualidade de vida, a produtividade e o custo logístico sistêmico— é um caminho claro para a construção de estilos de desenvolvimento mais sustentáveis econômica, social e ambientalmente.

D. Um Grande Impulso para a Mobilidade Sustentável

A mobilidade sustentável representa uma das grandes oportunidades para um *Big Push* para a Sustentabilidade na região da América Latina e do Caribe (CEPAL, 2020a; Olivera e outras, 2021, Borba, 2019; Vasconcelos, 2019).

As opções existentes de mobilidade sustentável podem contribuir não apenas para mitigar a mudança climática, mas também para gerar grandes benefícios imediatos para a saúde da população, para a redução das desigualdades e para melhoria da competitividade sistêmica da economia do país.

O cardápio de opções para a mobilidade sustentável é extenso e tem se ampliado com o desenvolvimento tecnológico, incluindo as novas tecnologias de mobilidade urbana (patinetes elétricos, bicicletas compartilhadas e aplicativos de carona solidária, por exemplo), a mobilidade ativa (deslocamentos a pé ou de bicicleta, por exemplo), os diversos tipos disponíveis de transporte coletivo (ônibus elétricos, veículo leve sobre trilhos —VLT, Transporte Rápido de Ônibus— BRT da sigla em inglês, metrô, entre outros), os combustíveis avançados (e.g. etanol de segunda geração, biodiesel, bioquerosene de aviação, eletrocombustíveis renováveis), logística sustentável (otimização de rotas, *smart roads*, eletrificação da frota de caminhões, *crowdshipping*, transporte sobre trilhos, etc.), veículos autônomos etc. Não existe uma única combinação ideal dessas opções (do tipo “tamanho único”; *one-size-fits-all*), já que cada situação é única e particular. Entretanto, esses exemplos ilustram a relevância crescente da eletrificação e da conectividade dos veículos, o que indica que o setor de mobilidade urbana deve passar por grandes transformações nos próximos anos.

No contexto do *Big Push* para a Sustentabilidade, destaca-se que os investimentos devem ser complementares e coordenados rumo à construção de um padrão de mobilidade mais sustentável, resiliente e baixo em carbono e, simultaneamente, mais inclusivo e promotor da competitividade sistêmica da economia. De forma geral, a estratégia de investimentos, particularmente aqueles de natureza pública, deve priorizar a eficiência e a cobertura do transporte público (tais como ônibus, trem ou metrô), estimular a mobilidade ativa (favorecendo redes de transporte para pedestres e ciclistas), fomentar sistemas compactos que aumentem a densidade e a diversidade de usos dos espaços (especialmente os urbanos) e promover a adoção de tecnologias veiculares e de combustíveis menos poluentes (e.g. eletrificação de veículos, intensificação do uso de biocombustíveis etc.).

Destaca-se a importância dos investimentos em mobilidade ativa, que podem contribuir para aumentar expressivamente os níveis de atividade física e ajudar a prevenir uma série de doenças crônicas, incluindo doenças cardíacas, alguns tipos de câncer e diabetes tipo 2 (OMS, 2011). Ademais, a intensificação do uso de biocombustíveis e a eletrificação dos veículos leves pessoais tendem a ser parte do *mix* de soluções para a mobilidade de baixo carbono na ALC, onde se espera que a taxa de motorização siga aumentando conforme se eleva o PIB per capita dos países da região (CEPAL, 2018) e, especialmente, no Brasil, que conta com grande potencial produtivo de biocombustíveis.

No âmbito do projeto *Big Push* para a Mobilidade Sustentável no Brasil, coordenado pela CEPAL, pelo Ministério da Economia e pelo Ministério do Desenvolvimento Regional, com o apoio da Cooperação Técnica Alemã (por intermédio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit – GIZ), de 2019 a 2020, foram analisados cenários de políticas de incentivo para acelerar a difusão de veículos elétricos leves (VEs) no Brasil, com base na experiência internacional e nas particularidades do mercado automotivo brasileiro (Borba, 2020). Os resultados revelaram que políticas de incentivo, especialmente política de infraestrutura de recarga, podem estimular a participação dos VEs em até 20% das vendas de automóveis de 2050 no Brasil, um aumento expressivo em relação aos 3,8% estimados no cenário de referência, em que não se considera a influência dessas medidas (ibid.). No entanto, entende-se que essa participação é ainda baixa em relação a países como a Noruega —com previsão de uma parcela de VEs de 89% nas vendas em 2050— sobretudo devido ao elevado preço dos VEs no Brasil durante todo o período. Em relação às emissões de dióxido de carbono (CO₂) no setor automotivo, os cenários propostos apontam para uma redução pouco significativa (de 7%) em 2050 em relação ao cenário de referência, já que se admite a manutenção do uso do etanol ao longo do horizonte estudado (ibid.).

O estudo apontou ainda que a principal barreira para a difusão de VEs no Brasil até 2050 deve continuar sendo o elevado preço dos VEs, mantendo-os inacessíveis para a maioria da população. Em particular, medidas que utilizam recursos públicos para financiar os VEs recaem sobre toda a sociedade

(já que é a sociedade quem paga os tributos usados para financiar essas medidas), podendo levar a opinião pública a pressionar o governo para reduzir ou interromper os subsídios fornecidos. Dessa forma, as políticas que estimulem tecnologias mais eficientes como os VEs devem integrar um conjunto mais amplo de políticas coordenadas para a mobilidade sustentável, em linha com a abordagem do *Big Push* para a Sustentabilidade. Essa gama de políticas deve envolver medidas de caráter democrático que promovam prioritariamente investimentos na eletrificação do transporte coletivo e na mobilidade ativa, contemplando a camada majoritária da população.

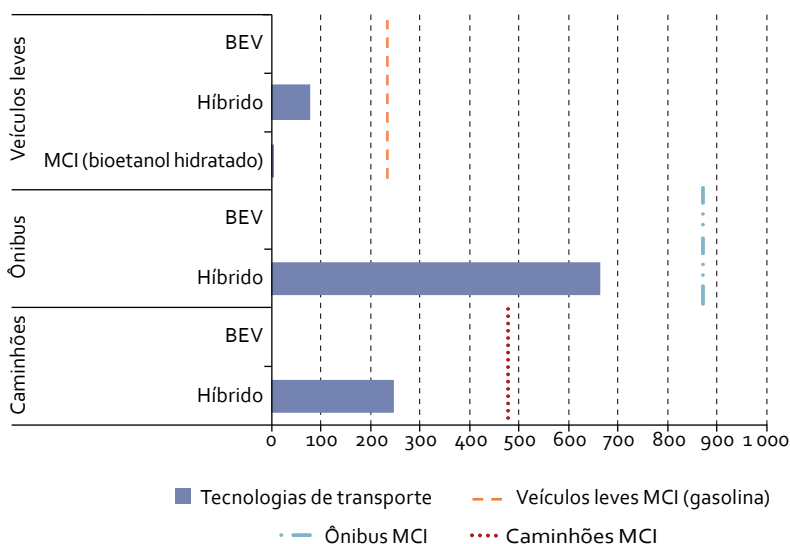
Um Grande Impulso para a Mobilidade Sustentável requer que os investimentos realizados não apenas considerem as crescentes demandas por locomoção de pessoas e de mercadorias, mas que sejam parte de um marco mais compreensivo e coordenado de planejamento territorial, que integre a visão das pessoas sobre o modelo de desenvolvimento desejado. Nas cidades, a combinação adequada de investimentos em opções complementares de mobilidade urbana sustentável a cada situação específica passa por contemplar a ineficiência da desigualdade em suas diferentes manifestações (condição socioeconômica, racial, étnica, de gênero etc.), buscando efetivamente desenvolver soluções que permitam às pessoas acessar com eficiência e segurança as oportunidades de emprego, serviços de educação e saúde, lazer etc.

Nos países da ALC, a eletrificação dos veículos rodoviários surge como uma opção relevante para superar o problema da poluição atmosférica, dada a elevada participação do setor nas emissões de GEE e de outros contaminantes atmosféricos locais. Estima-se que, no Brasil, a substituição dos ônibus e microônibus por modelos elétricos, considerando-se toda a geração de energia para carregamento desses ônibus, alcançaria uma redução de 91,4% (ou 17,44 milhões de toneladas) do dióxido de carbono (CO₂) emitido por esses veículos (Lima e outros, 2019). Ressalta-se, contudo, que a eletrificação massiva da frota de veículos pessoais e coletivos somente se traduzirá em redução de emissões de GEE se a energia elétrica que os alimenta provier de fontes sustentáveis de energia. O Brasil encontra-se em posição privilegiada nesse sentido, já que 74% de sua energia elétrica provém de fontes limpas e renováveis e o país ainda apresenta grande potencial para ampliar a participação de energia eólica e solar (ibid.). Ademais, como praticamente não gera emissões de poluentes atmosféricos locais (ver gráfico 3), a eletrificação da frota pode contribuir decisivamente para redução de doenças respiratórias e cardiovasculares. Ainda, por serem mais silenciosos e apresentarem menos vibrações, os veículos elétricos oferecem maior conforto aos usuários, aumentando a atratividade do transporte coletivo, e reduzem a poluição sonora e as doenças relacionadas ao excesso de ruídos nas cidades.

No Brasil, os ônibus representam apenas 0,6% da frota de veículos circulante no Brasil (conforme dados da CNT, 2019), porém são responsáveis por 24% das viagens realizadas por passageiros (de acordo com dados da ANTP, 2020b) e 27% da demanda de energia para o transporte de pessoas (ibid.). Já o transporte individual (automóveis e motocicletas) representa 76% da frota (segundo dados da CNT, 2019) e é responsável por 30% das viagens realizadas e 64% do consumo de energia pelas pessoas com transporte (ANTP, 2020b). Assim, a promoção do transporte coletivo ao invés do transporte individual já representaria, por si só, uma fonte importante de eficiência no consumo energético, bem como no aproveitamento do uso do espaço urbano.

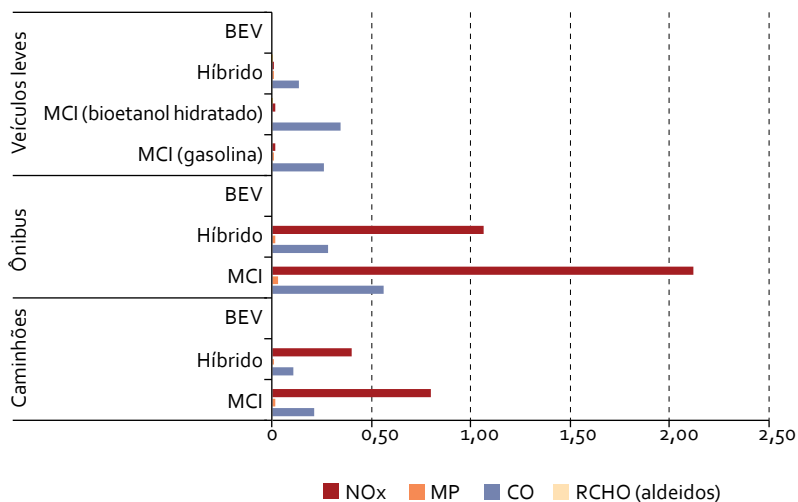
Investir na eletrificação de frotas de ônibus pode ser um grande impulso para a sustentabilidade devido a seus potenciais impactos positivos em múltiplas dimensões, desde benefícios em termos de eficiência energética e redução de emissão de poluentes atmosféricos locais e gases do efeito estufa (GEE) até impactos positivos sobre a saúde, a qualidade de vida, a produtividade e a competitividade, bem como no oferecimento de serviços mais adequados para atender aos direitos de cidadania. O consumo de energia de um ônibus elétrico equivale a cerca de um terço do consumo de energia de um ônibus a diesel para situações similares de carregamento de passageiros (Rebouças e outros, 2022). Os ônibus elétricos puros a bateria são veículos de zero emissões de GEE e de outros contaminantes e os ônibus elétricos híbridos (ou seja, que combinam motor a combustão interna com motor elétrico) emitem em torno de 25% menos GEE que ônibus com motores a combustão interna movidos a diesel (ver gráficos 2 e 3).

Gráfico 2
Emissões de gases do efeito estufa para tecnologias de transporte
(Em gCO₂/km)



Fonte: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL)/Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), "Indicadores de desempenho associados a tecnologias energéticas de baixo carbono no Brasil: evidências para um grande impulso energético", Documentos de Projetos (LC/TS.2020/73; LC/BRS/TS.2020/5), Santiago, 2020.
Nota: Battery Electric Vehicle (BEV; veículos a bateria); Motor a combustão interna (MCI).

Gráfico 3
Emissões de contaminantes atmosféricos para tecnologias de transporte
(Em g/km)



Fonte: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL)/Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), "Indicadores de desempenho associados a tecnologias energéticas de baixo carbono no Brasil: evidências para um grande impulso energético", Documentos de Projetos (LC/TS.2020/73; LC/BRS/TS.2020/5), Santiago, 2020.
Nota: Battery Electric Vehicle (BEV; veículos a bateria); Motor a combustão interna (MCI); monóxido de carbono (CO), material particulado (MP), óxidos nitrosos (NOx) e aldeídos (RCHO).

Ao provocar uma maior integração do território urbano, esses investimentos, em especial na expansão da cobertura e no aumento da eficiência do transporte coletivo, permitem uma maior inclusão de pessoas

de baixa renda, de negros, de mulheres e de pessoas com dificuldade de locomoção (por exemplo, idosos). Esses investimentos também melhoram a eficiência do gasto público, ao contribuir para a redução de incidência de doenças, diminuição do tempo despendido em deslocamento e melhoria da qualidade de vida, que resultam em redução de gastos na saúde pública. Além disso, investir em maior infraestrutura de conectividade para aumentar o acesso a serviços de transporte, contribui significativamente para reduzir brechas estruturais e desigualdades, ao permitir maior acessibilidade a oportunidades por grupos sociais que têm residido nas periferias urbanas.

O Brasil, ao já apresentar capacidades produtivas e tecnológicas instaladas no setor de transportes (de automóveis, ônibus, caminhões etc.), pode obter importantes benefícios econômicos a partir dos investimentos na eletromobilidade, pois esses ganhos ao longo da cadeia podem ser retidos no próprio país (ao invés de se direcionarem para fora, como é o caso de muitos países que não possuem capacidades industriais internas). A indústria automotiva brasileira, por exemplo, tem representado em torno de 5% do Produto Interno Bruto (PIB) do país e 20% do PIB industrial brasileiro nos últimos anos, empregando 500 mil pessoas diretamente e 1,3 milhões de pessoas indiretamente e conferindo ao Brasil a posição de décimo produtor mundial e o oitavo mercado consumidor de automóveis do mundo (Daudt e Willcox, 2018). As exportações de ônibus do país atingiram o patamar de US\$ 1,1 bilhões em 2020, o que representou 0,5% da pauta exportadora brasileira (Barassa e outros, 2022). A América Latina é o principal destino, destacando-se Argentina (39%), México (16%) e Chile (10%) (ibid.), o que sublinha a importância do mercado regional para o setor.

Registra-se que, além dos empregos na indústria em si, estima-se que cada ônibus gera 4,1 empregos diretos, incluindo motoristas, cobradores e demais profissionais (NTU, 2021a). Dessa forma, a frota operante de 98.975 no país gera 405.798 empregos (ibid.).

Estudo recente publicado pela CEPAL (Barassa e outros, 2022), desenvolveu uma análise de três cenários principais para a eletrificação de ônibus no Brasil. No cenário tendencial (ou *business as usual* – BAU), ou conservador, poucos centros urbanos adotariam ônibus elétricos e a cadeia produtiva sofreria incrementos marginais. A participação de componentes importados na produção de ônibus elétricos se manteria no patamar atual de 40% do valor de produção final, atingindo 30% no final do período analisado. As importações referem-se principalmente ao *powertrain* e componentes, tais como células da bateria. O número acumulado de ônibus elétricos produzidos até 2050 no país seria de 45.253, representando um acréscimo de R\$ 37,4 bilhões na produção de ônibus (acumulado até 2050), e o montante de investimentos em ampliação da capacidade produtiva totalizaria R\$ 519 milhões acumulados até 2050, além de R\$ 9,9 bilhões de investimentos em infraestrutura de recarga. Esse cenário de baixo investimento refletiria a reprodução do cenário atual de escassez de incentivos e subsídios públicos, poucas iniciativas de eletrificação por parte dos municípios brasileiros e baixa competitividade internacional.

Já no cenário moderado, supõe-se que os municípios que já sinalizaram ou iniciaram projetos realizariam eletrificação da frota e haveria incremento da capacidade produtiva por parte dos principais agentes. Posto que a produção é maior, haveria ganhos de escala que propiciariam um processo de nacionalização progressiva dos componentes importados, de modo que o índice de importação passaria dos atuais 40% para 20% a partir de 2041. O número acumulado de ônibus produzidos no país até 2050 chegaria a 78.220 e o montante de investimentos acumulado até 2050 em ampliação da capacidade produtiva seria de R\$ 965,3 milhões, adicionais aos investimentos em infraestrutura de recarga de R\$ 17,1 bilhões acumulados no período. Esse cenário traduziria a adoção de iniciativas mais consistentes por parte de alguns municípios relevantes e um ambiente produtivo e de negócios mais favorável em relação ao cenário BAU.

Por fim, no cenário ideal, supõe-se que diferentes esferas de governo se articulam para acelerar a eletrificação da frota e a cadeia produtiva se fortaleceria e incorporaria novos agentes. Haveria um salto de demanda impulsionado por incentivos, por iniciativas de cidades menores, renovação de frota e programas de compras governamentais, o que estimularia a criação de capacidade produtiva adicional

para atender a essa demanda aquecida. A nacionalização de componentes importados avançaria mais rapidamente, de modo que o índice de importação saltaria dos 40% para 20% já a partir da década de 2030. Nesse cenário, o número acumulado de ônibus produzidos no país até 2050 alcançaria a marca de 317 501 e os investimentos em ampliação de capacidade produtiva atingiriam a marca de R\$ 4,5 bilhões até 2050. Os investimentos em infraestrutura de recarga seriam da ordem de R\$ 69,3 bilhões, acumulados até 2050. Nesse cenário, prevê-se com a construção de unidades produtivas de grande porte, a entrada de vários *players* internacionais no país e uma atuação fortalecida da produção brasileira no mercado latino-americano de ônibus elétricos.

Quadro 1
Resumo e principais pressupostos dos cenários analisados

	Cenário tendencial (BAU)	Cenário moderado	Cenário ideal
Descrição	Poucos centros urbanos adotariam ônibus elétricos e incremento marginal da capacidade produtiva.	Municípios que já sinalizaram ou iniciaram projetos realizariam eletrificação da frota e haveria incremento da capacidade produtiva por parte dos principais agentes.	Diferentes esferas de governo se articulam para acelerar a eletrificação da frota e a cadeia produtiva se fortaleceria e incorporaria novos agentes.
Número de ônibus elétricos produzidos no país (acumulado até 2050)	45 253	78 220	317 501
Investimento em capacidade de produtiva (acumulado até 2050)	R\$ 519,8 milhões	R\$ 965,3 milhões	R\$ 4,5 bilhões
Investimento em infraestrutura (acumulado até 2050)	R\$ 9,9 bilhões	R\$ 17 bilhões	R\$ 69,3 bilhões
Nacionalização de componentes importados para produção de ônibus elétricos (participação de componentes importados no valor de produção final, %)	40% até 2040 30% a partir de então	40% até 2030 30% de 2031 a 2040 20% de 2041 a 2050	40% até 2025 30% de 2026 a 2030 20% de 2031 a 2050

Fonte: Elaboração própria com base em Barassa e outros (2022).

O quadro 1 apresenta um resumo e principais pressupostos dos três cenários analisados. Em todos os cenários, assume-se que cada unidade de ônibus elétrico à bateria substitui uma unidade de ônibus a diesel. A partir desses cenários, foram calculados os impactos diretos, indiretos e induzidos a partir dos multiplicadores de impacto setoriais quantificados por um modelo de insumo-produto para a totalidade da economia brasileira até o ano de 2050 (Barassa e outros, 2022). A metodologia considera tanto os efeitos positivos da expansão dos ônibus elétricos quanto os efeitos negativos da redução da demanda por ônibus a diesel.

Os resultados das simulações dos cenários acima descritos indicam que quanto maiores os investimentos na expansão do setor de ônibus elétricos à bateria, maiores seriam os efeitos econômicos. Logo, nos cenários moderado e ideal, os impactos econômicos seriam maiores em relação ao cenário BAU, conforme se pode observar no quadro 2. Mesmo no cenário mais conservador (BAU), os impactos econômicos seriam positivos. Haveria um incremento acumulado da renda de R\$ 12,8 bilhões até 2050 no cenário BAU, de R\$ 25,9 bilhões no cenário moderando e de R\$ 128,4 bilhões no cenário ideal. Em termos de valor adicionado, o impacto líquido sobre a economia brasileira (acumulado até 2050) seria de R\$ 26,3 bilhões no cenário BAU, R\$ 52,3 bilhões no cenário moderado e R\$ 256,8 bilhões no cenário ideal. O aquecimento da atividade econômica também contribuiria para o aumento da arrecadação de impostos, que atingiria R\$ 5 bilhões no cenário BAU, R\$ 9,4 bilhões no cenário moderado e R\$ 44,4 bilhões no cenário ideal, tomando-se em conta os valores acumulados até 2050.

Com relação a geração de empregos, deve-se ressaltar que o impacto líquido, ou seja, considerando-se a totalidade da economia brasileira é positivo para todos os três cenários. No entanto, há ganhadores e perdedores. Como se nota no quadro 2, o setor de ônibus elétricos geraria empregos, porém no setor de ônibus a diesel seriam perdidos empregos. O saldo entre ambos os setores somente é negativo no cenário BAU, no qual o primeiro geraria 813 postos de trabalho e o segundo perderia 876 postos de trabalho. No cenário BAU, parte dos postos de trabalho perdidos no setor de ônibus a diesel seriam compensados no setor de ônibus elétricos e outra parte nos demais setores da economia. Já nos cenários moderado e ideal, o setor de ônibus elétricos seria capaz de mais-que-compensar essas perdas. Por exemplo, no cenário ideal o setor de ônibus elétricos criaria 21.056 postos de trabalho, o que seria mais que suficiente para absorver os 13.531 postos de trabalho perdidos no setor de ônibus a diesel. Destaca-se também que a ampla maioria dos empregos seriam gerados em outros setores da economia, especialmente empregos vinculados à expansão da infraestrutura de recarga.

Quadro 2
Principais impactos para a totalidade da economia em termos líquidos^a – acumulado até 2050

	Cenário Business as Usual (BAU)	Cenário Moderado	Cenário Ideal
Emprego no setor de ônibus elétricos	+813 postos de trabalho	+4 274 postos de trabalho	+21 056 postos de trabalho
Emprego no setor de ônibus a diesel	-876 postos de trabalho	-2 334 postos de trabalho	-13 537 postos de trabalho
Emprego no resto da economia	+46.857 postos de trabalho	+115 388 postos de trabalho	+554 466 postos de trabalho
Emprego tota da economia	+46.794 postos de trabalho	+117 328 postos de trabalho	+561 985 postos de trabalho
Renda	+R\$ 12,8 bilhões	+R\$ 25,9 bilhões	+R\$ 128,4 bilhões
Impostos	+R\$ 5 bilhões	+R\$ 9,4 bilhões	+R\$ 44,4 bilhões
Valor adicionado	+R\$ 26,3 bilhões	+R\$ 52,3 bilhões	+R\$ 256,8 bilhões
Produção	+R\$ 75,0 bilhões	+R\$ 137,8 bilhões	+R\$ 648,3 bilhões
PIB	+R\$ 31,2 bilhões	+R\$ 61,7 bilhões	+R\$ 301 bilhões

Fonte: Elaboração própria com base em Barassa e outros (2022).

^a Os resultados são apresentados em termos líquidos, ou seja, considerando tanto o choque positivo de expansão dos ônibus elétricos quanto o choque negativo de redução de ônibus a diesel.

As diferenças do cenário BAU para os cenários moderado e ideal que poderiam explicar o saldo mais favorável de geração de empregos nestes últimos estão relacionadas à escala do impulso de investimentos, que gera efeitos e encadeamentos positivos e que se auto-reforçam na economia. Ademais, também estão relacionadas às suposições sobre nacionalização de componentes importados. A participação relativamente alta de importações no cenário BAU implica em menor participação da cadeia produtiva nacional na composição do valor de produção. Isso se traduz, na prática, em impactos menos expressivos na economia nacional, já que uma parte dos empregos, renda e fluxos econômicos acabam fluindo para o exterior.

Esses resultados sublinham a relevância de que os investimentos em eletromobilidade sejam acompanhados, por um lado, por políticas de re-qualificação, reciclagem profissional e capacitação para apoiar os trabalhadores na transição entre setores. Por outro lado, também se destaca a importância de adotar políticas públicas de nacionalização de componentes importados, de forma a maximizar no território a geração de empregos na cadeia de valor, especialmente daqueles segmentos de maior produtividade e remuneração.

Em suma, os investimentos em ônibus elétricos representam uma extraordinária oportunidade para um Grande Impulso para a Sustentabilidade no Brasil. Pode-se concluir que os investimentos em ônibus elétricos no Brasil podem contribuir, além de seus efeitos positivos sobre meio ambiente e saúde, para a retomada do crescimento da economia brasileira, bem como para geração de empregos e renda no país, especialmente em um cenário de investimentos acelerados.

II. Nós críticos para o avanço da eletromobilidade

O presente capítulo apresenta os nós críticos, compostos pelos principais gargalos e desafios mais urgentes, para impulsionar investimentos em ônibus elétricos no Brasil. Os nós críticos identificados e descritos a seguir foram apontados por especialistas, lideranças e profissionais com atuação efetiva no campo da eletromobilidade no Brasil, conforme apontado na Introdução do presente documento.

A. Modelos de negócios

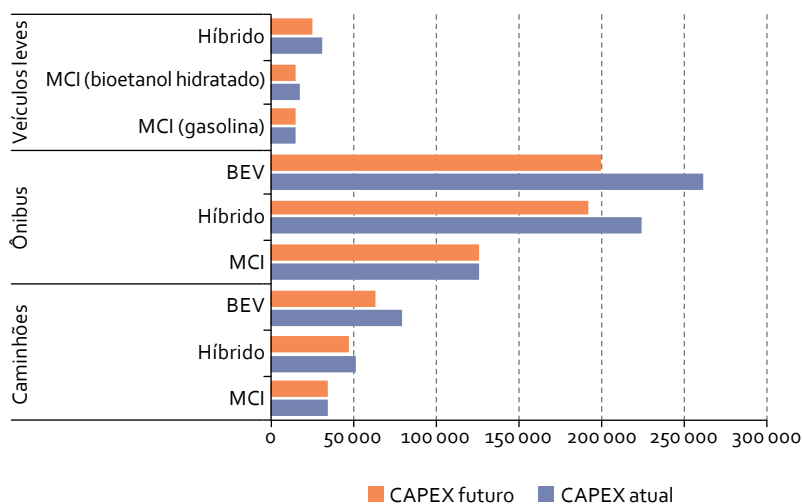
É necessário rever os modelos de negócio atuais para viabilizar a mobilidade elétrica. Os modelos comerciais e de financiamento existentes, adequados às características dos ônibus a diesel, favorecem negócios com baixo custo de capital inicial e não consideram aspectos como eficiência de custo de operação e manutenção (P4G/ZEBRA/Dalberg, 2020). Essa, contudo, não é a realidade para ônibus elétricos, o que implica no desenvolvimento de novos modelos de negócios, incluindo novas soluções comerciais e mecanismos de financiamento, para impulsionar investimentos em ônibus elétricos.

Como se pode observar no gráfico 4, os custos de capital (CAPEX)⁵ de um ônibus elétrico a bateria podem representar mais do que o dobro do CAPEX de um ônibus a diesel. Ainda que os custos de capital se reduzam ao longo do tempo (CAPEX futuro), devido ao desenvolvimento tecnológico especialmente no *powetrain* e baterias, o CAPEX dos ônibus elétricos ainda seria superior ao CAPEX dos ônibus a diesel. O elevado custo de capital, que se tornou ainda mais tangível nos tempos recentes por conta da desvalorização cambial em um contexto no qual boa parte dos componentes dos ônibus elétricos fabricados no país são importados (ver capítulo I), é um gargalo importante para a eletrificação da frota de ônibus. No entanto, os ônibus elétricos movidos a bateria e híbridos apresentam custos de operação e manutenção (OPEX)⁶ por quilômetro rodado menores (aproximadamente à metade) em comparação com ônibus com motor de combustão interna (MCI) movidos a diesel (ver gráfico 5). Sob a perspectiva do custo total de propriedade, que considera tanto custos ligados a CAPEX quanto a OPEX e outros fatores, verifica-se que os ônibus elétricos a bateria e híbridos são mais competitivos em relação aos ônibus MCI e que essa competitividade tende a se ampliar futuramente em função do avanço tecnológico (P4G/ZEBRA/Dalberg, 2020; CEPAL/CGEE, 2020; ver também gráfico 6).

⁵ Os custos de CAPEX referem-se aos custos de investimentos em bens de capital (máquinas, equipamentos e qualquer tipo de capital físico; CEPAL/CGEE, 2020).

⁶ Os custos de OPEX incluem despesas de manutenção, mão de obra, combustível, entre outras (CEPAL/CGEE, 2020).

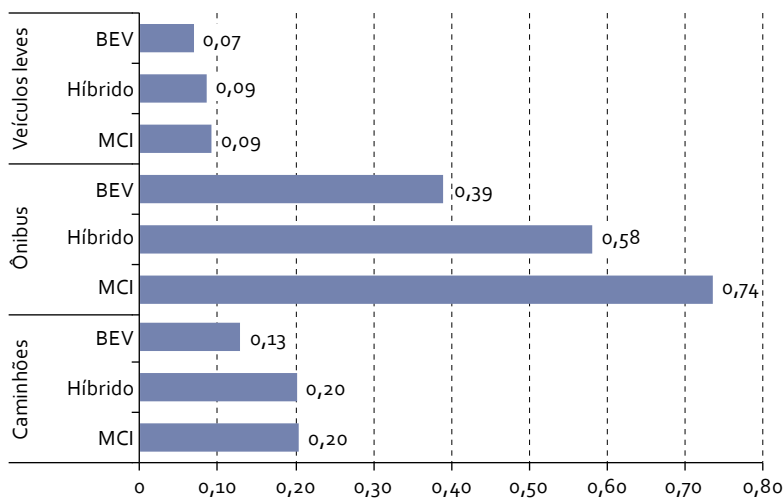
Gráfico 4
CAPEX das tecnologias de transporte
 (Milhares de dólares/veículo)



Fonte: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL)/Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), "Indicadores de desempenho associados a tecnologias energéticas de baixo carbono no Brasil: evidências para um grande impulso energético", Documentos de Projetos (LC/TS.2020/73; LC/BRS/TS.2020/5), Santiago, 2020.

Nota: Battery Electric Vehicle (BEV; veículos a bateria); Motor a combustão interna (MCI).

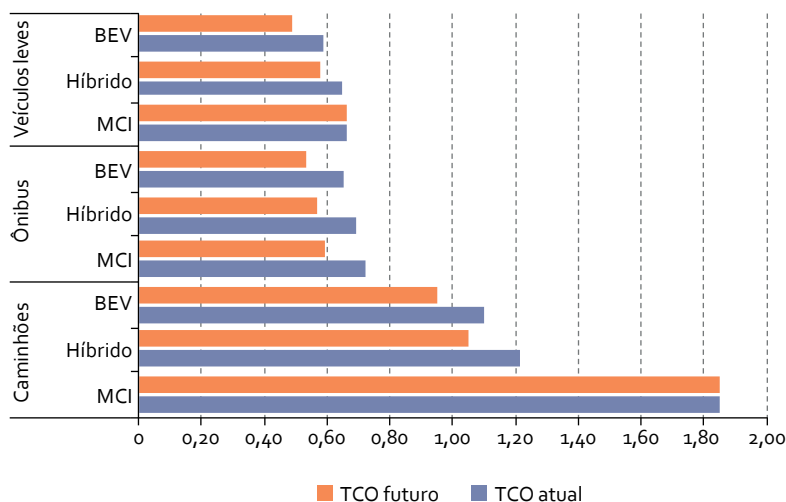
Gráfico 5
OPEX das tecnologias de transporte
 (Dólares/km)



Fonte: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL)/Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), "Indicadores de desempenho associados a tecnologias energéticas de baixo carbono no Brasil: evidências para um grande impulso energético", Documentos de Projetos (LC/TS.2020/73; LC/BRS/TS.2020/5), Santiago, 2020.

Nota: Battery Electric Vehicle (BEV; veículos a bateria); Motor a combustão interna (MCI).

Gráfico 6
Custo total de propriedade das tecnologias de transporte
 (Dólares/km)



Fonte: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL)/Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), "Indicadores de desempenho associados a tecnologias energéticas de baixo carbono no Brasil: evidências para um grande impulso energético", Documentos de Projetos (LC/TS.2020/73; LC/BRS/TS.2020/5), Santiago, 2020.

Nota: Battery Electric Vehicle (BEV; veículos a bateria); Motor a combustão interna (MCI); Custo total de propriedade (*Total Cost of Ownership* – TCO).

Por sua vez, estudo (Rebouças e outros, 2022) realizado no âmbito do Projeto ZEBRA (Zero Emission Bus Rapid-deployment accelerator) sobre linhas selecionadas de transporte público, operadas pela empresa Transwolf, na cidade de São Paulo, revela uma semelhança entre os custos de propriedade (TCO, do inglês *total cost of ownership*) de um ônibus convencional e de um ônibus elétrico⁷. Isso ocorre em razão da redução do preço de ônibus elétricos no médio e longo prazo em face ao crescente aumento do preço do combustível fóssil. O estudo estima que a diferença dos custos entre estes dois tipos de ônibus seja de 1,1% a 4,9%. É possível ainda que se reduzam os custos dos ônibus elétricos à medida que a tecnologia continue se desenvolvendo e melhorando sua competitividade.

Essas evidências apontam para a necessidade de se desenvolver novos modelos de negócio que permitam superar os altos custos iniciais de capital e usufruir dos benefícios das economias de operação e manutenção geradas ao longo do tempo. Para tal, aponta-se a necessidade de se engajar diferentes provedores de capital (incluindo bancos de desenvolvimento) para criar financiamento sob medida (*tailor financing*), de forma a atender melhor os fluxos de caixa gerados por ônibus elétricos (P4G/ZEBRA/Dalberg, 2020). Também se indica alterar ou separar a propriedade de componentes do ônibus elétrico, ou seja, ônibus, bateria, estação de recarga etc. Isso permitiria mobilizar capital e melhor distribuir os riscos entre proprietários do capital (CAPEX) e operadores (OPEX; *ibid.*). Uma solução poderia ser o financiamento em condições facilitadas para proprietários do ativo, de modo que instituições financeiras de desenvolvimento, por meio de intermediários financeiros tais como bancos locais, ofereçam benefícios tais como período estendido de suporte (superior a 10 anos), maior período de carência e taxas de juros mais baixas (*ibid.*). Outra solução poderia ser a separação da propriedade de ativos, de maneira que novos agentes com capital disponível possam investir em e ter a posse de ativos, notadamente ônibus e infraestrutura de recarga, e os operadores possam fazer o *lease* (espécie de arrendamento ou aluguel) desses componentes (*ibid.*). Nesse contexto, destaca-se a provisão de garantias. As garantias são necessárias tanto para o cumprimento dos contratos, como para suportar a operação do ônibus elétrico no sistema de transporte público coletivo.

⁷ Em relação aos dados acima apresentados, apontam-se diferenças de natureza metodológica, de escopo e do período de análise.

Além de novos modelos de negócios, também se faz necessária a transformação do processo licitatório com novas abordagens para ônibus elétricos. É preciso considerar as características e especificidades licitatórias existentes nos diferentes municípios brasileiros, a fim de se prover segurança ao processo de compra e contratação de novas tecnologias. Ademais, as novas licitações de transporte público e de aquisição de ônibus poderiam contemplar o requisito do componente nacional, elemento que apoiaria o desenvolvimento da indústria e do mercado nacional. Ou seja, a produção, total ou parcial, de ônibus elétricos a bateria por empresas brasileiras de componentes, chassis e carrocerias poderia ser estimulada por meio da estipulação desses requisitos.

B. Investimento: instrumentos de financiamento e incentivos

Conforme discutido no capítulo I, um grande impulso para a mobilidade sustentável requer investimentos massivos e complementares em diversas áreas. De fato, a mobilidade elétrica requer um esforço amplo e coordenado de investimentos em, pelo menos: capacidade de produção de ônibus elétricos, infraestrutura de recarga e programas de qualificação e capacitação para formar trabalhadores que possam atuar nos segmentos em expansão. Poderiam ser citados ainda os investimentos em energias renováveis para gerar eletricidade limpa para abastecer tais ônibus, em redes inteligentes (*smart grids*), na modernização de redes de transmissão e no planejamento energético e urbano. Para se tornarem competitivos, tais investimentos requerem mecanismos que reduzam riscos e incertezas, bem como condições atrativas para realização dos projetos. As instituições financeiras privadas podem exercer um papel importante no financiamento de projetos-piloto de menor escala, dado que projetos de financiamento de larga escala por parte dessas instituições são restritos devido aos riscos envolvidos e às incertezas sobre o retorno (Barassa e outros, 2022). Nesse contexto, tornam-se necessários instrumentos específicos para o financiamento da eletrificação do transporte público em larga escala.

Esses instrumentos de financiamento podem ser de natureza não-reembolsável, com recursos públicos ou de origem internacional, que podem ser aplicados para estimular diretamente as atividades de interesse. Recursos não-reembolsáveis são essenciais para reduzir riscos e custos e, quando aplicados de forma estratégica, podem ser uma alavanca para atrair mais investimento privado (*crowding-in*). Por exemplo, a subvenção econômica poderia ser utilizada para compensar, de modo total ou parcial, o custo diferencial entre o ônibus convencional à diesel e o elétrico ou até financiá-los diretamente. Ela poderia ser aplicada para abater o CAPEX da aquisição de ônibus elétricos ou da expansão da infraestrutura de recarga e adaptação de garagens; redução do OPEX; financiamento do desenvolvimento tecnológico por meio de pesquisa e desenvolvimento (P&D); ou ainda para financiar a substituição de ônibus convencionais. Ainda na categoria de recursos públicos não-reembolsáveis, devem ser destacados os incentivos fiscais, por intermédio, por exemplo, da redução de tributos incidentes sobre mercadorias (e.g. imposto sobre produtos industrializados – IPI, imposto sobre circulação de mercadorias e prestação de serviço – ICMS, imposto sobre importação – II, etc.) ou sobre a inovação (e.g. Lei do Bem – Lei n.º 11.196/2005). Os incentivos fiscais podem ser instrumentais para aumentar a atratividade dos investimentos na eletromobilidade.

Entre os mecanismos de financiamento de natureza reembolsável, destacam-se as linhas de financiamento com taxas de juros subsidiadas (e.g. crédito oferecido por bancos de desenvolvimento), que poderiam ser aplicadas na compra de veículos, expansão da infraestrutura ou para cobrir custos operacionais (ibid.). Por exemplo, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) oferece linhas a juros subsidiado que poderiam atender o setor (ver quadro 3). Destacam-se também os títulos públicos verdes, que podem ser uma forma relevante de mobilização do capital necessário para a eletrificação do transporte.

Há ainda modalidades de financiamento que se enquadram como combinação de instrumentos, também conhecido como *blended finance*. Nessa modalidade, combinam-se em um mesmo *portfolio* recursos reembolsáveis e não-reembolsáveis direcionados a projetos com impacto social e ambiental e desafios prioritários em países em desenvolvimento (ibid.). É importante notar que os recursos

não-reembolsáveis fortalecem as bases para a sustentabilidade financeira, viabilizando maior fluxo de investimentos reembolsáveis.

Menciona-se também o *leasing* no grupo de instrumentos que contribuem para mobilização de investimentos. Este funciona como um modelo de arrendamento por meio do qual o operador paga uma taxa pelo uso do bem (e.g. ônibus ou bateria) ao seu proprietário. Esse modelo permite reduzir os custos de capital para os agentes, bem como distribuir os riscos entre mais *players*. O *leasing* da bateria poderia reduzir em até 60% o valor inicial do investimento (ibid.).

O quadro 3 relaciona, de forma não-exaustiva, mecanismos de financiamento, fomento e apoio à eletromobilidade disponíveis no Brasil. Apesar de tais mecanismos, o país ainda carece de uma coordenação de iniciativas, políticas e planos capazes de oferecer amplos instrumentos de financiamento e incentivo, direto ou indireto, para facilitar a aquisição de ônibus elétricos e suas operações em larga escala, a nível nacional. Nesse sentido, o poder público tem papel chave nessa coordenação, inclusive na provisão de garantias e sinalização ao setor privado.

Quadro 3
Mecanismos nacionais e internacionais de financiamento, fomento e apoio à eletromobilidade no Brasil

Mecanismo	Finalidade
Mecanismos nacionais	
BNDES Finame Mobilidade Baixo Carbono	Financiamento para aquisição de ônibus elétricos e híbridos, movidos a biocombustíveis e a gás, chassis, equipamentos de recarga e infraestrutura de geração e abastecimento.
BNDES Fundo Clima – Subprogramas Mobilidade Urbana e Máquinas e Equipamentos Eficientes	O BNDES Fundo Clima possui nove subprogramas, sendo que dois são relacionados ao financiamento de ônibus de baixa emissão de carbono: o Subprograma Mobilidade Urbana (Ampliação de capacidade produtiva para a fabricação de ônibus elétricos, híbridos ou outros modelos com tração elétrica) e o Subprograma Máquinas e Equipamentos Eficientes (Aquisição de ônibus elétricos ou híbridos).
BNDES Finem - Meio Ambiente - Ônibus de baixa emissão de carbono	Financiamento para aquisição de ônibus e caminhões elétricos, híbridos, ou movidos a biocombustíveis, gás natural ou biometano.
Refrota – Caixa Econômica Federal	Crédito para renovação ou ampliação das frotas de ônibus para empresas concessionárias ou permissionárias do transporte público coletivo urbano.
Chamadas de Projeto de P&D Estratégico ANEEL nº 022/2018: “Desenvolvimento de Soluções em Mobilidade Elétrica Eficiente”	Empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica devem direcionar 1% de sua receita operacional à pesquisa e desenvolvimento. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) fica a cargo de gerenciar esses recursos. Fruto da chamada, em 2019 30 propostas de projetos relacionados à promoção da eletromobilidade foram selecionadas.
Mecanismos internacionais	
Aliança Zebra (Zero Emission Bus Rapid-deployment Accelerator)	A aliança é uma parceria liderada pela P4G, rede C40 Cities e pelo Conselho Internacional de Transporte Limpo (ICCT) e busca zerar as emissões da frota de transportes públicos em cidades estratégicas na América Latina. Além de atuar para promover o intercâmbio de informações, oferece programas de treinamento, compartilhamento de pesquisa e educação pública.
E-Motion: E-Mobility and Low Carbon Transportation	E-motion é liderado pela Agência Francesa de Desenvolvimento (Afd), em parceria com a Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ), com a Proparco – braço privado de financiamento da Afd – e o Banco de Desenvolvimento da América Latina (CAF). O projeto provê crédito para frotas e infraestrutura, além de cooperação técnica.

Mecanismo	Finalidade
Mecanismos internacionais	
Transformative Urban Mobility Initiative – TUMI	A Missão TUMI (Transformative Urban Mobility Initiative) é financiada pelo Ministério Alemão para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (BMZ) em colaboração com a C40 Cities, The Institute for Transportation and Development Policy (ITDP), The International Association of Public Transport (UITP), o World Resource Institute (WRI) e a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Especificamente a divisão de ônibus, tumi-Ebus, ao apoiar o estabelecimento de coalizão de organizações públicas e privadas para viabilizar a transição para a eletromobilidade, objetiva que 500 cidades possam estar prontas para licitar e adquirir mais de 100 000 ônibus.
Transition to Electromobility in Brazilian Cities – Banco Mundial	O projeto Transition to Electromobility in Brazilian Cities, do Banco Mundial, tem como objetivo aprimorar as competências técnicas, financeiras e institucionais dos órgãos do governo federal para a transição para a eletrificação de ônibus no Brasil e apoiar a preparação de projetos-piloto de ônibus elétricos em cidades brasileiras selecionadas, as quais deverão ser identificadas ao longo do projeto.
Programa de Mobilidade Urbana Sustentável de Curitiba – BID e Prefeitura de Curitiba	O Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) destinará recursos para modernizar a infraestrutura viária do município de Curitiba. Entre as ações previstas, estão investimentos em corredores de ônibus elétricos.

Fonte: Elaboração própria com base em Barassa e outros (2022).

C. Infraestrutura e capacitação profissional

O processo de transição à eletromobilidade requer amplos e profundos ajustes na infraestrutura desde nível municipal ao nacional. A expansão da infraestrutura de recarga é fundamental nesse contexto, com destaque para a adequação de garagens para suportar o carregamento elétrico dos ônibus nos períodos de não circulação. Igualmente fundamental é preparar a infraestrutura de energia, atrelada a um processo de planejamento energético que garanta que o país esteja preparado para absorver, de modo sustentável, o incremento de demanda por energia elétrica causado pela eletrificação das frotas de ônibus.

Um dos desafios operacionais mais imediatos é a implantação de eletropostos, tomando-se em conta as rotas e autonomia de circulação dos ônibus. O planejamento urbano terá de ser repensado no cenário de eletromobilidade (Sclar e outros, 2019). Serão necessários ajustes na utilização do espaço urbano, por exemplo, em termos de rota percorrida pelos ônibus elétricos e de disposição da infraestrutura de recarga. Somado-se a isso, é preciso desenvolver e implementar parâmetros de segurança associados à rede elétrica nos eletropostos e no próprio processo de recarga dos veículos nos eletropostos.

A oscilação ou a instabilidade das redes elétricas pode representar um risco crítico para sistemas de transporte público nelas baseados. Embora a maioria das cidades tenha sistemas de rede interligados, a falha ou ausência de uma subestação pode impedir a capacidade de carregamento de uma frota inteira. A incerteza quanto à provisão segura e contínua de energia elétrica pode ser um grande impeditivo para a escalabilidade da implementação de frotas de ônibus elétricos (Sclar e outros, 2019).

A infraestrutura tem impacto nos custos de operação e manutenção dos ônibus elétricos. É importante que se prevejam, por exemplo, os custos de recarga, bem como a reposição de peças e a segurança de serviços de manutenção em contínuo. Além do planejamento de gastos, é preciso que se definam responsabilidades, isto é, quem do setor público ou privado deverá custear e gerenciar determinados elementos da cadeia de funcionamento dos ônibus elétricos. Toda esta avaliação é fundamental para os cálculos das tarifas e sustentação financeira dos sistemas de transporte público.

A escassez de informação dificulta a tomada de decisões nos vários estágios de implementação: da avaliação do custo-benefício até a transição de um projeto-piloto para uma operação de maior escala. Portanto, conhecimento técnico sobre os veículos disponíveis no mercado, a infraestrutura de recarga necessária e os modelos de operação que podem ser testados precisa ser difundido entre tomadores de

decisão. Projetos pilotos podem ser especialmente úteis neste sentido, não apenas por gerar aprendizados relevantes, mas também por conta do efeito demonstrativo e de sensibilização.

A mobilidade elétrica também traz consigo a mobilidade dos empregos. Trabalhadores se deslocarão de alguns setores para outros. Em um cenário de eletrificação acelerada da frota de ônibus no Brasil, estima-se a geração de 561 985 postos de trabalho até 2050 em todos os setores da economia. Somente no setor de ônibus elétricos, seriam gerados 21 056 postos de trabalho. Porém, no setor de ônibus a diesel seriam perdidos 13 537 postos de trabalho (Barassa e outros, 2022; ver discussão no capítulo I). Ou seja, embora o setor de ônibus elétricos e outros setores da economia possam absorver os empregos perdidos no setor de ônibus a diesel, a mobilidade dos empregos requer ações explícitas e intencionais para que possa ocorrer na prática.

No novo paradigma da eletromobilidade, os recursos humanos requeridos são significativamente diferentes ou, em outras palavras, o emprego gerado pela cadeia produtiva de ônibus elétricos será qualitativamente diferente daqueles existentes no setor de ônibus a diesel. Ainda que uma parcela significativa dos componentes mecânicos e estruturais dos ônibus elétricos sejam compartilhados com os ônibus convencionais, o trabalho relacionado a sistemas como os de propulsão, freios, *software* integrado e baterias dos ônibus elétricos demandam capacitações muito distintas daquelas exigidas pelos ônibus a combustão interna. Trata-se desde mão de obra altamente capacitada para as atividades de pesquisa e desenvolvimento em motores elétricos, baterias e sistemas auxiliares como freios regenerativos, até trabalhadores de chão de fábrica e técnicos para a realização de controle de qualidade e manutenção.

Assim, de modo complementar aos massivos investimentos na eletromobilidade em si, é preciso, conforme argumentado no capítulo I, investir em qualificação e capacitação profissional para que os trabalhadores possam beneficiar-se dos empregos que serão gerados na expansão da infraestrutura e das capacidades produtivas, assim como nos demais setores da economia de forma indireta e induzida.

D. Produção de ônibus elétricos

Pode-se dizer que o Brasil, em relação a outros países da América Latina, apresenta um conjunto expressivo de competências e capacidade acumulada para produzir uma diversidade de ônibus de baixa-emissão, que podem ser classificados em cinco categorias principais (quadro 4), além de atividades *upstream* tais como motores elétricos e baterias e atividades *downstream* tais como comercialização, distribuição, reparação e manutenção.

Quadro 4
Tipologia de ônibus de baixa-emissão

Ônibus com combustíveis fósseis de baixa-emissão	São ônibus com Motor a Combustão Interna (MCI) mas com tecnologias de motor Euro VI que atendem às metas máximas de emissão definidas pelas Normas Euro. Nesta categoria também se classificam os ônibus movidos a Gás Natural Veicular (GNV), os quais precisam de uma infraestrutura especial de abastecimento.
Ônibus movidos a biocombustíveis	São ônibus com MCI, mas que utilizam combustíveis alternativos como Biodiesel, Biometano e Diesel de Cana de Açúcar. As emissões de poluentes dependem de cada tipo e da mistura dos biocombustíveis, mas em comparação aos ônibus a diesel, suas emissões são menores.
Ônibus Híbridos (<i>Hybrid Electric Bus HEB</i>)	Nesta categoria estão os ônibus híbridos convencionais que misturam um MCI (a diesel) com um motor elétrico. Os ônibus híbridos têm autonomia reduzida ou nula no modo elétrico. A função das baterias é apoiar o MCI nos momentos de maior demanda de potência (aceleração) e nos momentos de menor rendimento do motor. Os ônibus híbridos podem ter três configurações diferentes: paralelo, série ou série-paralelo. Nesta categoria também se encontram os ônibus híbridos elétricos plug-in (Plug-In Hybrid Electric Buses PHEB) e os ônibus híbridos elétricos a etanol, que é considerada uma das alternativas para o mercado brasileiro dada a relevância nacional dos biocombustíveis.

Ônibus elétricos	Nesta categoria estão os ônibus elétricos a bateria (<i>Battery Electric Bus</i>), também denominados como ônibus elétricos puros, porque utilizam um conjunto de baterias para se movimentar. Os trólebus também são considerados ônibus elétricos, mas a principal diferença é que utilizam um sistema de catenárias conectadas à rede aérea para abastecer-se de energia.
Ônibus com células de combustível a hidrogênio (Fuel Cell Electric Bus)	Estes ônibus utilizam hidrogênio para produzir eletricidade numa célula a combustível. A eletricidade gerada é utilizada tanto para a propulsão, como para armazenamento no interior do ônibus por meio de baterias ou ultra condensadores. Estes ônibus precisam de uma infraestrutura especial para seu abastecimento. As células a combustível são muito eficientes e menos poluentes, mas seu custo ainda é elevado e não tem produção em escala.

Fonte: Barassa e outros (2022).

O perfil da cadeia de produção de ônibus a combustão interna no Brasil é robusta e apresenta competências que podem ser aproveitadas na cadeia de produção de ônibus elétrico. Os múltiplos atores que hoje compõem a cadeia de produção de veículos pesados poderão ocupar espaços análogos na nova cadeia de elétricos. Ademais, o país conta com importantes centros e projetos de pesquisa e desenvolvimento que produzem e difundem conhecimento capazes de alavancar a indústria de veículos elétricos. Apesar desse segmento emergente trazer elementos novos, tais como motores elétricos e eletrônica de potências, o Brasil oferece opções de fornecimento de insumos (Barassa e outros, 2022). No entanto, a produção nacional não é totalmente independente das cadeias de valor globais. Atualmente, a falta de semicondutores tem afetado fortemente toda a indústria e representa um problema para o suprimento de veículos automotores no Brasil.

De modo geral, a produção e montagem do chassi do ônibus elétrico não representa um grande desafio para a adequação das capacidades fabris brasileiras. O gargalo concentra-se, porém, na bateria. A bateria de alta tensão corresponde à parcela significativa do custo do veículo elétrico. O Brasil, apesar de apresentar algumas iniciativas relevantes, não possui competência instalada para suprir uma demanda por baterias de larga escala, fato que torna a produção vulnerável a oscilações do câmbio e negociações comerciais. Dessa forma, seria importante que o país focasse em cobrir essa lacuna para garantir a continuidade e expansão da produção de ônibus elétricos.

A conversão de ônibus convencionais para elétrico, também chamado de *retrofit*, poderia ser uma porta de entrada da eletromobilidade e modificação da produção nacional. Porém, os *players* do setor apresentaram algumas preocupações sobre o tema. Por exemplo, os custos dos ônibus seriam consideráveis devido a componentes como baterias, motor elétrico e conversores (ibid.). Outra barreira é o horizonte de tempo insuficiente para garantir a depreciação dos investimentos dos ônibus convencionais para viabilizar e financiar o *retrofit*. Por fim, o mercado apresenta incertezas em relação à segurança dos ônibus *retrofit*, dada a mudança de configuração do peso do veículo, que foi projetado e fabricado para suportar a tecnologia de combustão a diesel. No entanto, é preciso destacar a redução significativa do CAPEX do ônibus elétrico *retrofit*, que pode ser uma solução viável para acelerar a eletrificação de frotas de ônibus no Brasil especialmente em municípios menores e com menos condições de financiar a renovação de suas frotas. Alguns dos pontos mencionados poderiam ser resolvidos por meio de regulação e parâmetros de segurança e a indústria nacional poderia ter no *retrofit* um novo nicho de mercado.

BYD, Eletra, Marcopolo, Higer e Agrale são exemplos de empresas que já produzem, total ou parcialmente, ônibus elétricos em território nacional. Recentemente, a Mercedes-Benz anunciou início da fabricação de um modelo de ônibus totalmente elétrico no Brasil a partir de 2022. A empresa é líder absoluta no mercado de ônibus brasileiro, com 80% da frota de ônibus nacional e maior parte da exportação de ônibus a combustão interna. A entrada da Mercedes-Benz no mercado de ônibus elétrico consolida ainda mais a cadeia produtiva no Brasil (Barassa e outros, 2022).

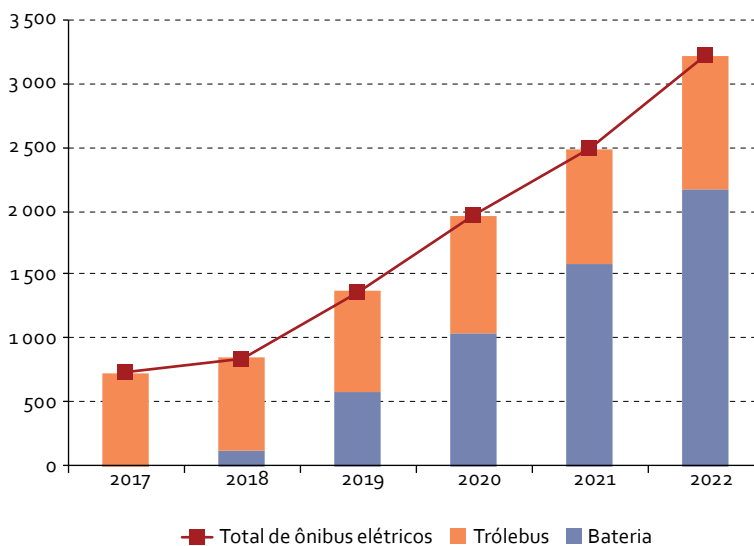
É importante ressaltar que a América Latina é uma das regiões cuja demanda por ônibus elétricos mais cresce no mundo. A maior parte do suprimento desta demanda tem sido de origem chinesa, o que pode representar uma ameaça à indústria brasileira que tem hoje na América Latina o seu principal mercado de exportação de ônibus a combustão interna.

No contexto de estímulo à produção nacional de ônibus, não há referências legais e regulatórias que propicie a maior inserção de ônibus de baixa-emissão nos sistemas de transporte público urbana das cidades brasileiras.

E. Coordenação da demanda e das políticas públicas

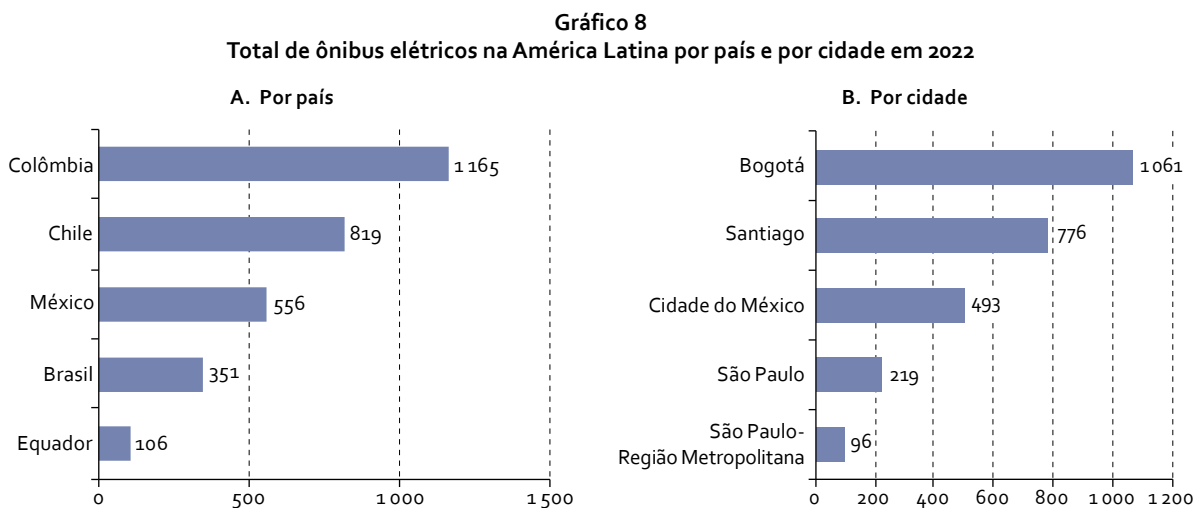
A demanda por ônibus elétricos está crescendo em ritmo acelerado na América Latina. Segundo dados da Plataforma E-Bus Radar, na América Latina a frota de ônibus elétricos praticamente quadruplicou nos últimos cinco anos, passando de 731 ônibus em 2017 para 3.212 em 2022 (gráfico 7; E-Bus Radar, 2022). A maior frota de ônibus elétricos se encontra na Colômbia, especialmente na cidade de Bogotá, seguida pelo Chile (Santiago; gráfico 8). A frota brasileira de ônibus elétricos representa 12,5% do total latinoamericano e a maior parte se concentra em São Paulo. Na Colômbia e no Chile a maior parte da frota é composta por ônibus elétricos a bateria, enquanto que no Brasil e no México, a maioria é composta por trollebus.

Gráfico 7
Evolução do total de ônibus elétricos na América Latina de 2017 a 2022



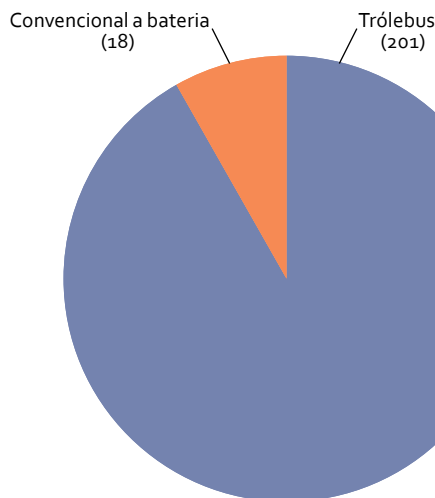
Fonte: Elaboração própria com base em dados da Plataforma E-Bus Radar (2022).

No Brasil, dos 351 ônibus elétricos em circulação, 219 encontram-se em São Paulo. Destes, 18 são ônibus elétricos convencionais a bateria e 201 são trólebus (gráfico 9). Os ônibus elétricos representam 1,52% do total de ônibus da cidade (14 378; E-Bus Radar, 2022). No entanto, espera-se uma guinada nessa realidade nos próximos anos em função de novas políticas e metas estabelecidas pelo município. A Lei municipal 16 802/2018 estabelece uma redução de 50% em 10 anos e de 100% em anos das emissões de dióxido de carbono (CO₂) de origem fóssil na frota de transporte coletivo do município. A Lei também estipula limites para emissões dos poluentes atmosféricos material particulado (MP) e óxidos de nitrogênio (NO_x). Para uma análise detalhada, ver Dallman (2019). No âmbito do Plano de Metas da Prefeitura Municipal de São Paulo, a Meta 50 estabelece que ao menos 20% da frota de ônibus seja composta por veículos elétricos até 2024 (PMSP, 2021). Para tal, apresenta-se a iniciativa de entregar 4 000 novos ônibus para a frota de transporte público municipal, sendo ao menos 2 600 elétricos (ibid.), o que significa que a atual frota de ônibus elétricos aumentaria mais de dez vezes em poucos anos.



Fonte: Elaboração própria com base em dados da Plataforma E-Bus Radar (2022).

Gráfico 9
Total de ônibus elétricos em São Paulo por tipo de veículo



Fonte: Elaboração própria com base em dados da Plataforma E-Bus Radar (2022).

A demanda a ser gerada pelo município de São Paulo, dada a escala do município e da meta estipulada, por si só pode alavancar o mercado de ônibus elétricos no país e abre caminho para que outras cidades também desenvolvam ações para a eletromobilidade. São José dos Campos e Campinas, cidades próximas à capital paulista, também apresentam compromissos e iniciativas de inclusão de ônibus elétricos ligados ao objetivo de mitigação das emissões. Além delas, destacam-se o Rio de Janeiro, Curitiba e Salvador que, junto a São Paulo, compõem a rede do Programa de Planejamento das Ações Climáticas na América Latina liderado pelo C-40 Cities, demonstrando o compromisso delas em colocar em prática iniciativas para redução de emissão de gases de efeito estufa.

Ressalta-se que essa expectativa de aumento da demanda é uma sinalização muito importante para os planos de negócios e de investimentos da indústria nacional. No entanto, atores do lado da oferta têm sublinhado que é fundamental haver uma previsibilidade sobre esse aumento da demanda de ônibus de baixa emissões, dentre eles, os elétricos, para que efetivamente a capacidade de produção possa acompanhar e abastecer esse mercado. Para impulsionar investimentos em desenvolvimento tecnológico, expansão

da infraestrutura de recarga, aumento da capacidade produtiva industrial, entre outros, é necessário um volume consistente e previsível de demanda de ônibus elétricos, de modo a contribuir para mitigar riscos e reduzir incertezas, que são significativos diante de um paradigma tecnológico emergente.

O custo de entrada elevado dos ônibus elétricos tem sido apontado como uma barreira, especialmente em um contexto de espaço fiscal restrito e escassez de mecanismos de financiamento acessíveis aos municípios. Nesse sentido, uma solução poderiam ser consórcios de municípios, de modo que os governos possam somar e coordenar esforços para a compra de ônibus elétricos e os investimentos em infraestrutura de recarga. Essa coordenação não apenas permitiria acessar instrumentos de financiamento em condições mais favoráveis, ao aumentar a escala e reduzir riscos, mas também promover maior previsibilidade das compras e iniciativas, estimulando também o setor produtivo.

Ademais, a coordenação da demanda deve ocorrer também no âmbito das diferentes esferas de governo. Os governos estaduais e federal têm um papel fundamental a desempenhar. Por exemplo, os estados e a União poderiam trabalhar conjuntamente para reduzir a incidência do Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) de forma coordenada, via convênio. No âmbito do governo federal, este poderia, por exemplo, fomentar a articulação da demanda para cidades menores conseguirem comprar produtos a preços mais competitivos com compras coletivas e, assim, impulsionar os ônibus elétricos nesse contexto. Outra atuação do governo federal poderia ser mediante compras públicas, por exemplo, de ônibus escolares com o requerimento de componente de baixa emissão, sendo o elétrico uma alternativa viável. No âmbito dos ônibus escolares, *retrofit* poderia ser um foco de compra públicas devido ao CAPEX mais baixo.

Quadro 5
Políticas públicas que podem apoiar a eletromobilidade no Brasil

Política	Descrição
Políticas para redução de emissão de GEE	
Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC)	Atualizadas em 2020. Compromisso de redução de GEE em 37% até 2025 e 43% até 2030.
Plano Nacional de Eficiência (PNE)	Focada na descarbonização da matriz energética do país, porém, sem estabelecer ações estratégicas ou metas.
Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU)	Ressalta a importância do transporte público coletivo de baixa-emissão, porém, não define obrigações ou instrumentos específicos neste sentido.
Políticas focadas em transporte para redução das emissões de GEE	
Plano de Ciência, Tecnologia e Informação para Energias Renováveis e Biocombustíveis	Ao apoiar o desenvolvimento de novas tecnologias, é possível que o programa também seja positivo para a agregação de tecnologias para a eletromobilidade.
Programa Combustível do Futuro	Também ao estimular mecanismos de redução de emissões, pode estimular o desenvolvimento de tecnologias de mobilidade elétrica.
Rota 2030	Visa fomentar investimentos em pesquisa e desenvolvimento e o ritmo de inovações, eficiência energética e estímulos que podem apoiar o desenvolvimento de capacidades produtivas na fabricação de ônibus de baixa emissão.
Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE	Estabelece os limites máximos de emissões para veículos automotores, leves e pesados, bem como os prazos e exigências tecnológicas. Em janeiro de 2023, entra em vigências exigências para veículos pesados.
Projeto de P&D Estratégico No. 022/2018: “Desenvolvimento de Soluções em Mobilidade Elétrica Eficiente”	Apoia pesquisa e desenvolvimento para fomentar a área de mobilidade elétrica eficiente no Brasil. Política gerenciada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Fonte: Elaboração própria com base em Barassa e outros (2022).

Há uma compreensão comum em relação à necessidade de maior protagonismo do poder executivo federal para potencializar a coordenação entre entes federativos e a coesão das políticas públicas para a eletromobilidade no Brasil. Embora existam importantes políticas públicas em vigor (ver quadro 5), a

falta de políticas públicas integrais e coordenadas para a mobilidade elétrica é apontada como um entrave crítico para o desenvolvimento do mercado de ônibus elétricos no país. Ademais, o alcance de uma política a nível nacional promoveria o desenvolvimento do setor ao estabelecer e coordenar estratégias de curto, médio e longo prazo para a mobilidade elétrica. Em suma, a formulação de um arcabouço coordenado de políticas públicas a nível nacional é imperativa para impulsionar investimentos em ônibus elétricos no Brasil.

III. Caminhos para a eletrificação de ônibus no Brasil: uma agenda de trabalho

O presente capítulo apresenta uma agenda de trabalho para impulsionar investimentos em ônibus elétricos no Brasil. Conforme detalhado na Introdução, essa agenda tem por objeto os pontos de convergência para alavancar a eletrificação de ônibus no Brasil, bem como os tópicos e gargalos que merecem uma discussão aprofundada, identificados consensualmente por *players* estratégicos da eletromobilidade no Brasil. Essa agenda é ancorada na metodologia de trabalho do “*Match-making* Oferta e Demanda: Encontro estratégico para acelerar investimentos em ônibus elétricos”, no âmbito do Programa Cidades Inclusivas, Sustentáveis e Inteligentes (CISI) no Brasil. A finalidade de traduzir os pontos de consenso, a partir dos insumos colhidos, em uma agenda de trabalho é contribuir para a identificação de políticas, ações propositivas e caminhos que podem ser perseguidos para criar as condições necessárias para impulsionar investimentos em ônibus elétricos no Brasil.

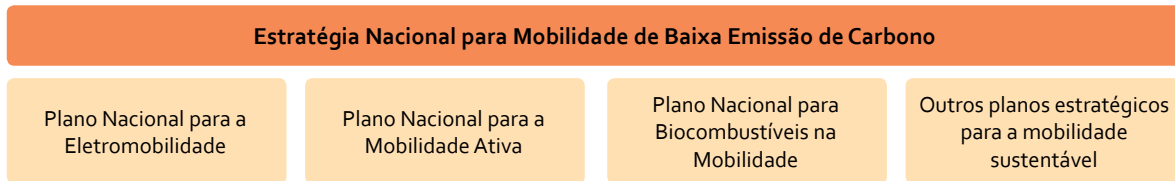
A. Escopo e objetivos

A agenda de trabalho para a eletrificação de ônibus no Brasil deve estar associada à construção de uma Estratégia Nacional para Mobilidade de Baixa Emissão de Carbono, que permita pensar em soluções sustentáveis para a mobilidade nas cidades brasileiras de forma sistêmica. Ou seja, a mobilidade sustentável vai além de ônibus elétricos, devendo contemplar os diversos meios de transporte, a riqueza e a potencialidade de soluções inclusivas, sustentáveis e inteligentes para a mobilidade que o país apresenta e demanda (ver seção D, capítulo I). Tal Estratégia Nacional de Mobilidade de Baixa Emissão de Carbono merece uma discussão aprofundada e poderia ser uma frente de trabalho para o futuro próximo.

No entanto, ressalta-se que a eletromobilidade seria um componente importante de tal estratégia. Em verdade, apontou-se a necessidade de se desenvolver um arcabouço de políticas públicas explícito e próprio para a eletromobilidade no Brasil. Nesse sentido, poderia ser criado um Plano Nacional para a Eletromobilidade, que seria parte integral de uma Estratégia Nacional para Mobilidade de Baixa Emissão de Carbono, lado-a-lado com outros planos para outros componentes estratégicos da mobilidade sustentável no país. O diagrama 3 ilustra como um Plano Nacional para a Eletromobilidade poderia

integrar a Estratégia Nacional para a Mobilidade de Baixa Emissão de Carbono, de forma complementar a outras áreas estratégicas —meramente ilustrativas— tais como mobilidade ativa e biocombustíveis na mobilidade.

Diagrama 3
Estratégia Nacional para Mobilidade de Baixa Emissão de Carbono e Plano Nacional para a Eletromobilidade



Fonte: Elaboração própria.

A principal razão pela qual atores de relevância da agenda de ônibus elétricos no Brasil expressaram a necessidade de um Plano Nacional para a Eletromobilidade reside em um entendimento comum sobre a premência de coordenação e articulação central para a eletrificação de ônibus em larga escala no país. Em linha com o Grande Impulso para a Sustentabilidade, esses atores apresentaram uma voz uníssona quanto à coordenação como requisito imprescindível para impulsionar investimentos transformadores da frota de ônibus rumo à eletrificação em escala. De fato, como se argumentou no capítulo I (seção B), a coordenação é simultaneamente o desafio crítico e a principal oportunidade para um *Big Push* para a Sustentabilidade. Desde a cadeia de fornecimento de insumos, passando pela produção de veículos e pelo operador na ponta da linha, até os órgãos municipais, estaduais e federais com atuação em diversas áreas (de planejamento, mobilidade, gestão ambiental, ciência, tecnologia e inovação, temas fazendários, relações internacionais entre outros), são numerosos e diversos os atores que exercem papel na transição para a eletromobilidade. Nesse contexto, é fundamental que se desenvolvam mecanismos para conectar, integrar e coordenar as partes relevantes. Aponta-se como necessário, para articular áreas, integrar setores, gerar sinergias e alinhar instrumentos de política pública, que o governo federal assuma um protagonismo, tendo em vista sua capacidade de coordenação e articulação, no sentido de convocar atores e liderar o processo de construção de um Plano Nacional para a Eletromobilidade.

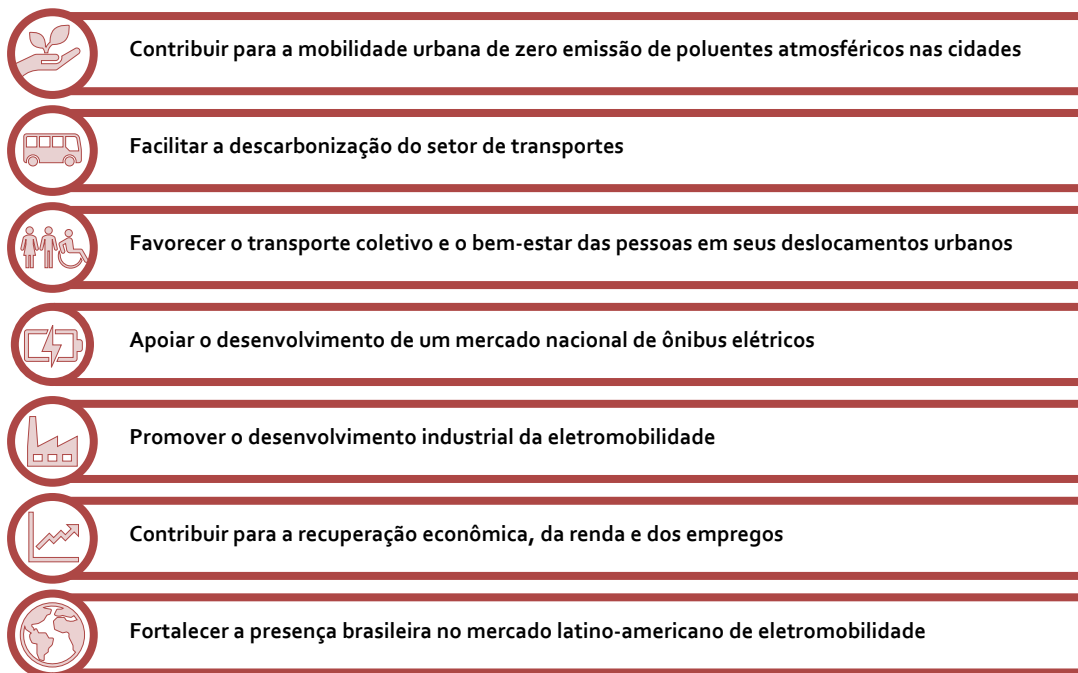
Nesse sentido, a presente agenda de trabalho visa contribuir, em última instância, para gerar insumos relevantes para o desenho de um Plano Nacional para a Eletromobilidade no que se refere à eletrificação da frota de ônibus. Em primeira, instância, no entanto, a agenda de trabalho identifica eixos de trabalho e propõe um roteiro de ações propositivas para a eletrificação da frota de ônibus no Brasil, entendidos em um contexto mais amplo de mobilidade de baixas emissões de carbono. Assim, podem ser definidos os objetivos da agenda de trabalho para a eletrificação das frotas de ônibus urbanos no Brasil descritos no diagrama 4.

Há uma percepção unânime entre atores estratégicos da eletromobilidade no Brasil de que impulsionar investimentos em ônibus elétricos é um propósito estratégico para o desenvolvimento sustentável do país. Neste período de estagnação, principalmente em função do advento da pandemia de COVID-19 (ver seção A no capítulo I), compreende-se que o momento atual é oportuno para estimular o mercado de ônibus elétrico. Trata-se de uma oportunidade para contribuir com a reativação da economia, o desenvolvimento da indústria, a geração de empregos, o fortalecimento do transporte coletivo e inclusivo, ao mesmo tempo em que se promove a descarbonização do setor de transportes. Também se compreende que o setor de veículos está passando por transformações profundas, no Brasil e no mundo, das quais a eletrificação e a conectividade digital são tendências irrefreáveis.

A mobilidade elétrica inaugura uma fronteira de geração de novos serviços e oportunidades de desenvolvimento econômico, social e ambiental do país. Por isso, é imperativo o desenvolvimento de

um plano de alcance nacional, o qual, por meio de uma abordagem integrativa e analítica dos impactos socioeconômicos e ambientais, dê estrutura e estatura ao setor de ônibus elétricos. Processos e mecanismos nesse âmbito devem ser implementados junto aos municípios para facilitar o compartilhamento de informações e tomada de decisão, de modo a oferecer suporte técnico à expansão das atividades do setor. Para além de simplesmente aumentar o número de ônibus elétricos em circulação, é preciso que um Plano Nacional para a Eletromobilidade seja desenvolvido sob as perspectivas da descarbonização do setor de transporte, do desenvolvimento da indústria nacional e do planejamento e desenvolvimento urbano, de forma articulada entre União, estados e municípios.

Diagrama 4
Objetivos da agenda de trabalho



Fonte: Elaboração própria.

Nesse sentido, seis eixos, primordiais para impulsionar investimentos em ônibus elétricos no Brasil, caracterizam a estrutura proposta para essa agenda de trabalho. Esses eixos não são independentes, mas interpõem-se de forma a gerar sinergias e circuitos de retroalimentação (*feedback loops*), produzindo um ciclo virtuoso para a eletromobilidade. Para cada eixo, é apresentado um roteiro de ações propositivas, que refletem propostas e medidas concretas trazidas pelos participantes. Permeando todos os eixos de trabalho, o vetor comum da agenda está no fortalecimento da coordenação entre todas as partes interessadas, incluindo entes públicos e privados, terceiro setor e sociedade civil. No diagrama 5, pode-se encontrar o esquema lógico dos eixos da agenda de trabalho para a eletrificação das frotas de ônibus urbanos no Brasil.

Diagrama 5
Eixos da agenda de trabalho para a eletrificação das frotas de ônibus urbanos no Brasil



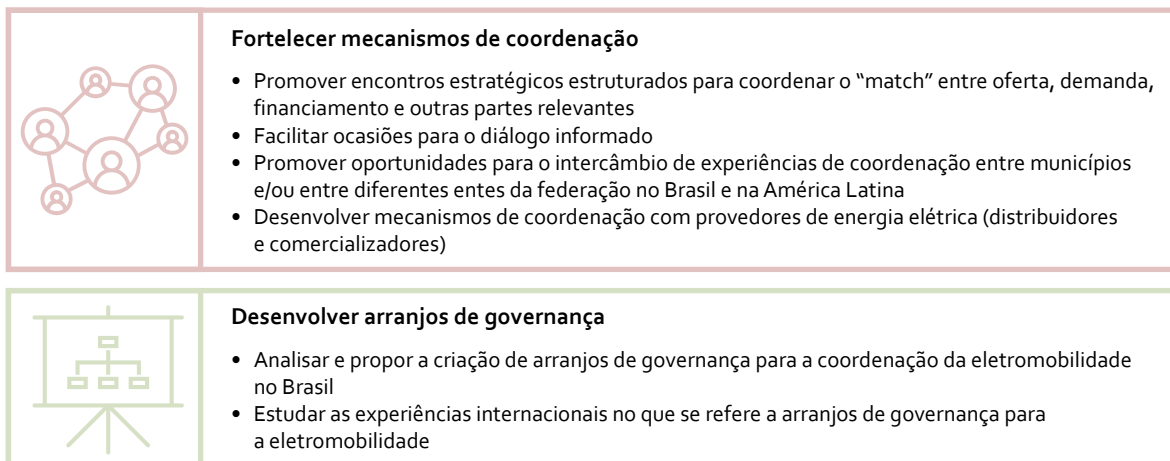
Fonte: Elaboração própria.

B. Vetor comum: coordenação

É premente desenvolver mecanismos de coordenação em diversos níveis, ou seja, entre demanda (municípios) e oferta (indústria); entre estes entes e atores do sistema de financiamento e fomento; entre os entes federativos (União, estados e municípios); com operadores e clientes (ou usuários) do transporte coletivo; com atores do setor energético; com a ciência e a academia; com a sociedade civil e o terceiro setor e com a sociedade em geral.

A motivação para que a coordenação seja um núcleo duro comum a todos os eixos de trabalho reside em uma percepção generalizada de que soluções estão disponíveis, por parte de todos os atores e também a partir de experiências exitosas no Brasil e no exterior, porém faltam oportunidades de coordenação e diálogo a fim de gerar um “match” (ou convergência) entre as partes relevantes que permita efetivamente impulsionar investimentos em ônibus elétricos no Brasil.

Diagrama 6
Roteiro de ações propositivas – Coordenação



Fonte: Elaboração própria.

C. Eixos de trabalho

1. Financiamento e estímulos fiscais

A escassez de instrumentos de financiamento e de estímulos apropriados para a eletromobilidade é um dos principais nós críticos para impulsionar investimentos em ônibus elétricos no Brasil (ver seção B do capítulo II). De fato, os ônibus elétricos chegam a apresentar um custo de capital inicial (*upfront*) maior do que o dobro dos ônibus a diesel (ver seção A do capítulo II), o que implica significativos aportes de capital. Não se trata tanto da escassez de recursos em si, mas sim da adequação dos instrumentos às especificidades e necessidades da eletromobilidade. Assim, é preciso desenvolver instrumentos de financiamento em condições adequadas e favoráveis, bem como estímulos fiscais, para aumentar a atratividade e a competitividade dos ônibus elétricos, especialmente em um primeiro momento de expansão e consolidação do mercado nacional.

Por um lado, é preciso tornar mais atrativos os instrumentos de financiamento disponíveis. As linhas de financiamento poderiam prever taxas de juros mais baixas e condições mais favoráveis para ônibus elétricos, que apresentam características diferenciadas em relação ao ônibus a diesel. Embora algumas dessas linhas sejam consideradas mais acessíveis, tais como Fundo Clima e FINAME, operadas pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES; descritos no quadro 3 no capítulo II), mencionaram-se limitações. Por exemplo, a taxa de juros, com o fim da Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP), tem estado muito próxima a outros produtos financeiros disponíveis no mercado e tem acompanhado a elevação da taxa Selic, especialmente no contexto recente de inflação provocada pela pandemia e pela guerra entre Rússia e Ucrânia. Também foram mencionados o limite de R\$ 150 milhões por cliente e o prazo de até 10 anos. Ainda, apontou-se a necessidade de se avançar na nacionalização de componentes para que se possa acessar patamares menores de taxas de juros e melhores condições de pagamento. Dessa forma, as recomendações vão no sentido de redução da taxa de juros, ampliação do limite de crédito por cliente, ampliação do prazo e desenvolvimento industrial para promover a produção nacional. Ademais, apontou-se a captação de recursos internacionais “verdes”, tais como *green bonds* ou *sustainable development bonds*, dentre outros, como possíveis fontes para oferecer financiamento mais barato.

Por outro lado, é preciso ampliar a entrada de novos *players* para ampliar os recursos e diversificar as condições disponíveis para projetos de eletrificação de frotas de ônibus no Brasil. Os bancos comerciais

devem ser engajados no financiamento à eletromobilidade. Também deve ser fortalecida a participação de agentes exógenos ao mundo financeiro, como por exemplo empresas do setor energético que vêm oferecendo pacotes de serviços, incluindo o financiamento, de eletromobilidade aos operadores de transporte coletivo. Estes novos atores estão intimamente ligados aos novos modelos de negócios, discutidos na seção 5 adiante.

É preciso superar as restrições de crédito ligadas a agentes financeiros, regulamentadas pelo Banco Central do Brasil (BCB), baseadas em 30% do patrimônio líquido de uma empresa. Essas restrições podem inviabilizar investimentos por parte de operadores em grandes volumes de ônibus elétricos. Em função do elevado custo de capital de cada unidade (CAPEX; ver seção A no capítulo II), os investimentos em um número grande de ônibus elétricos podem comprometer a renovação de crédito para esses atores, o que gera um desincentivo para o investimento. Uma alternativa seria a possibilidade de financiamentos diretos, isto é, sem a intervenção de agentes financeiros, por exemplo por meio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

Para aumentar a segurança do investimento, foi destacada em diversas ocasiões por praticamente todos os grupos a necessidade de provisão de mecanismos de garantia para toda a operação. É necessário identificar quais serão os agentes garantidores das operações e de que maneira essa garantia ocorrerá. Esses mecanismos poderão variar de município para município, haja vista as diferentes capacidades financeiras.

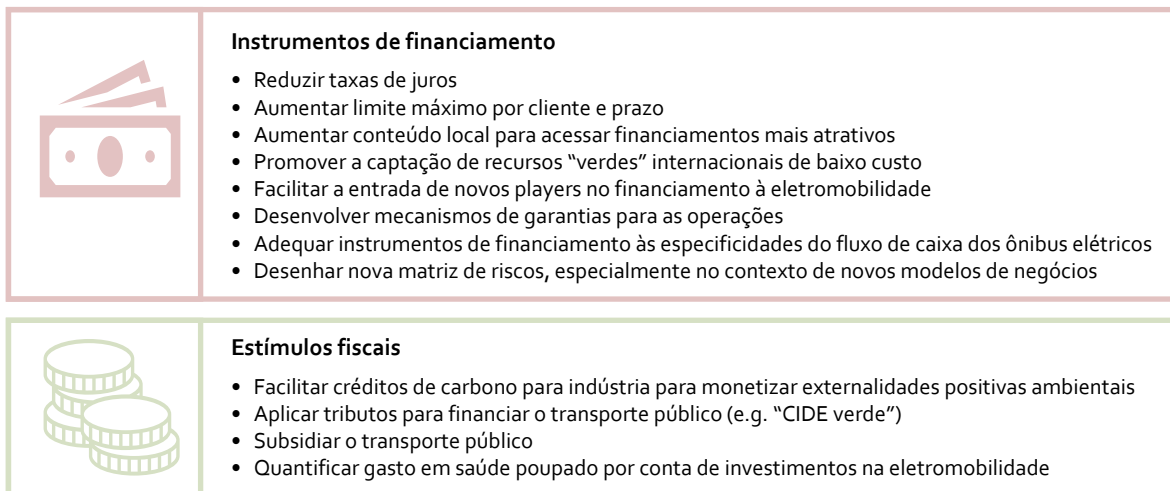
Resalta-se que há especificidades nos investimentos em eletromobilidade que exigem instrumentos adequados de financiamento. Conforme já mencionado, o elevado CAPEX combinado com o baixo custo de operação (OPEX) determinam, em conjunto com outros fatores, um caso especial para os ônibus elétricos. Essas especificidades se traduzem em um fluxo de caixa diferenciado em relação aos ônibus a diesel, de modo que o instrumento de financiamento deve ser coerente com a realidade dos ônibus elétricos.

É necessário desenvolver uma nova matriz de riscos, especialmente no âmbito de novos modelos de negócios que permitam que os variados atores assumam diferentes riscos nas distintas etapas da operação. Por exemplo, se o operador ficasse responsável pela aquisição do veículo e a recarga fosse uma operação separada, os riscos ligados à gestão do fornecimento energético passariam para o proprietário da infraestrutura de recarga. Essa poderia ser uma forma de dividir o risco entre os agentes.

Além de desenvolver instrumentos de financiamento atinentes às especificidades e necessidades da eletromobilidade, é preciso estabelecer estímulos fiscais que tornem o setor atrativo para investimentos. Apontou-se a precificação de carbono como um dos caminhos, por meio de créditos de carbono para a indústria brasileira. Esta poderia ser uma forma de monetizar as externalidades positivas ambientais da eletromobilidade. Outra alavanca poderia ser a aplicação de tributos para financiar o transporte público. Por exemplo, foi aventada a criação de uma espécie de "CIDE verde", por meio da qual o usuário de automóvel particular pagaria uma quantia a mais para financiar o transporte público. Essa seria uma forma de aplicar o princípio do poluidor-pagador, desencorajando o transporte pessoal e estimulando o uso do transporte público.

Foi amplamente reconhecida a necessidade de subsídios ao transporte público para se evitar que o custo de eletrificação da frota seja transferido para os clientes (ou usuários) por meio das tarifas de ônibus. Esse subsídio se justifica pelas externalidades sociais e ambientais positivas que o transporte coletivo elétrico proporciona. É importante que o poder público e a sociedade conheçam essas externalidades e contribuições, o que poderia ser atingido, por exemplo, pela quantificação dos custos reduzidos pela mobilidade sustentável na área da saúde. Ou seja, gastar com subsídio a ônibus elétricos também significa economizar gastos com saúde. Essa conta, que já existe para áreas como saneamento básico, poderia ser realizada na área da eletromobilidade.

Diagrama 7
Roteiro de ações propositivas – Financiamento e estímulos fiscais



Fonte: Elaboração própria.

2. Coordenação de demanda e planejamento

A confiança e a previsibilidade da demanda foi outro nó apontado como crítico para impulsionar investimentos em ônibus elétricos no Brasil (ver seção E do capítulo II). O principal agente capaz de gerar demanda por ônibus elétricos são os municípios. São eles que, a partir de políticas públicas e metas e, sobretudo, dos contratos de concessão, criam demanda. Foram apontadas diversas ações propositivas para a coordenação da demanda, ou seja, de coordenar as ações dos municípios no sentido da geração de demanda. Essa coordenação teria múltiplas finalidades. Além de gerar sinalizações confiáveis de projeção da demanda, conferindo previsibilidade à indústria e aos investidores, essa coordenação é fundamental para dar volume aos investimentos em ônibus elétricos. O tema do volume de compras é essencial para ultrapassar limiares mínimos de escala que permitam o desenvolvimento da cadeia industrial de valor, bem como para atrair novos *players* a esse mercado. É a coordenação da demanda, em essência, que permitirá criar um mercado de ônibus elétricos em escala, gerando um círculo virtuoso de redução de custos dos ônibus elétricos e seus componentes e aumento da demanda.

O município de São Paulo, assim como São José dos Campos, foi apontado como um exemplo do protagonismo municipal para a criação de demanda, haja vista que, na ausência das políticas e metas estabelecidas pelo município, provavelmente não se teria o direcionamento de demanda que se tem atualmente. O porte de São Paulo torna-o um caso de especial relevância no que se refere à escala de demanda. Não obstante, é amplamente reconhecida a necessidade de engajamento e a coordenação de mais municípios para impulsionar investimentos em escala em ônibus elétricos no Brasil.

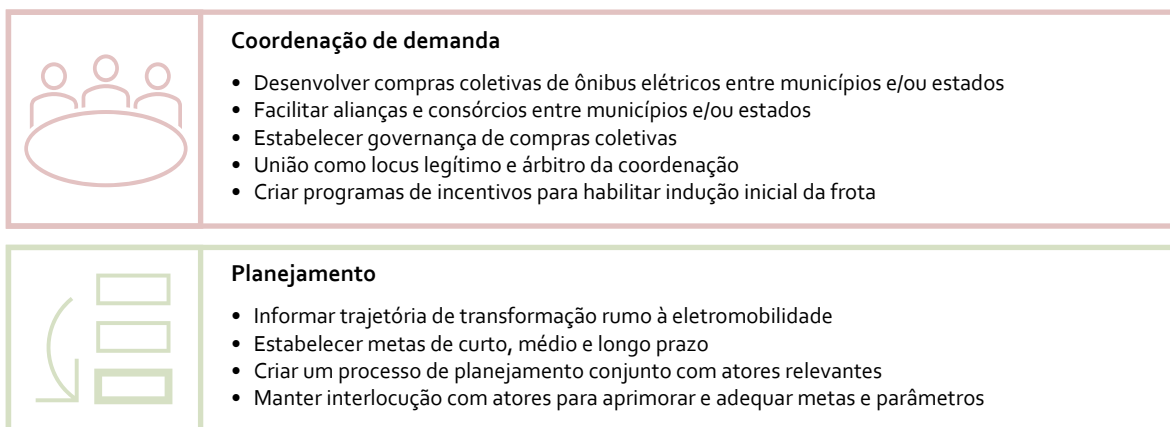
Ações propositivas se dão no sentido de articulação de municípios para organização e realização de compras coletivas de ônibus elétricos e gestão coordenada da expansão da infraestrutura de recarga. Nesse sentido, seria estratégica a promoção de alianças ou consórcios entre municípios e/ou estados para conferir volume e coordenação da demanda por ônibus de tecnologia elétrica. Os consórcios são especialmente relevantes para municípios de menor porte, que conjuntamente poderiam alcançar a escala mínima viável para esses investimentos. Sublinhou-se, também, a necessidade de se estabelecer uma governança para compras coletivas. Apontou-se ainda, o papel da União como instância legítima para promover tal coordenação, assumindo um papel de *locus* e arbitragem da coordenação da demanda por ônibus elétricos. Ao passo que o mandato do governo federal deve se orientar por objetivos macro ligados à sustentabilidade econômica, social e ambiental do desenvolvimento, estados e municípios desempenham papéis focados no território e na realidade local, tais como a gestão do transporte público

e o planejamento urbano. Essas duas perspectivas se encontram e se complementam na agenda de trabalho para a eletromobilidade.

A previsibilidade e confiabilidade da demanda não dependem apenas de coordenação entre os entes federativos. Igualmente importante é o planejamento de curto a longo prazo. A transição para a eletromobilidade será no caso do Brasil (como tem sido na experiência internacional) um processo de transformações progressivas e profundas, que não ocorrerão de um dia para o outro. Nesse sentido, é importante que a trajetória de transformação seja estipulada por meio de um processo de planejamento, que estabeleça metas a curto, médio e longo prazo. Isso contribuiria para a geração de previsibilidade da demanda, essencial para a programação dos atores envolvidos no setor de oferta, haja vista os desafios da produção de escala e da cadeia global de valor. O planejamento também será um incentivo para que mais atores e cidades se interessem por soluções de mobilidade elétrica e tenham a transição facilitada pela orientação de um planejamento.

Nesse sentido, deve ser realizado um processo de planejamento a curto, médio e longo prazo para a mobilidade elétrica em consulta e coparticipação com a indústria, sociedade civil e governos estaduais e municipais. A interlocução com esses atores deve ser contínua para aprimorar e adequar, ao longo de uma trajetória conjunta de aprendizado rumo à transição, as metas e os parâmetros do planejamento. Ao apontar uma trajetória de transição, esse processo de planejamento permitirá reduzir riscos e incertezas e aumentar a previsibilidade, elementos centrais para impulsionar investimentos em ônibus elétricos.

Diagrama 8
Roteiro de ações propositivas – Coordenação de demanda e planejamento



Fonte: Elaboração própria.

3. Fortalecimento da indústria nacional

Implementar instrumentos de política industrial que estimulem o desenvolvimento e fortalecimento das capacidades produtivas de ônibus elétricos no Brasil e de suas cadeias de valor são elementos-chave da agenda de trabalho para impulsionar investimentos em ônibus elétricos no Brasil. Embora o país apresente significativas capacidades industriais instaladas (ver seção D nos capítulos I e II), a cadeia de produção de ônibus elétricos no Brasil apresenta grande potencial de desenvolvimento. De forma destacada, há oportunidades para o desenvolvimento tecnológico e inovativo que permita a nacionalização de componentes, notadamente o *powertrain*, células de bateria e semicondutores. A incorporação desses elos na cadeia de valor nacional reduziria a vulnerabilidade da indústria e da economia brasileira a volatilidades externas, tais como flutuações cambiais e disrupções de oferta provocadas por fatores exógenos (e.g. pandemia e guerra entre Rússia e Ucrânia), além de contribuir para o desenvolvimento de soluções tecnológicas adequadas à realidade local e para a geração de emprego e renda em território nacional. O desenvolvimento industrial da eletromobilidade é essencial para que o setor produtivo seja

capaz de abastecer o potencial de demanda por ônibus elétricos no país. Ainda, aumentar as capacidades produtivas e tecnológicas é um caminho importante para viabilizar a produção em escala e a redução do custo dos ônibus elétricos, especialmente o custo inicial de capital (CAPEX).

Nesse sentido, para impulsionar a eletrificação das frotas de ônibus urbanos no Brasil, é estratégico construir as bases para uma política industrial para a eletromobilidade, que busque incentivar o desenvolvimento da indústria nacional e de competências tecnológicas locais. Ademais, devem-se prever mecanismos para fortalecer e facilitar a interação entre as partes da cadeia, que atualmente é muito compartimentalizada, essencial para o fornecimento de insumos e produtos ligados ao setor de ônibus elétricos.

O roteiro de ações propositivas prevê um conjunto de instrumentos de política industrial. Do ponto de vista de incentivos fiscais, prevê-se a desoneração tributária da cadeia produtiva e incentivos fiscais, tais como a redução de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e a redução de Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) incidentes sobre veículos elétricos.

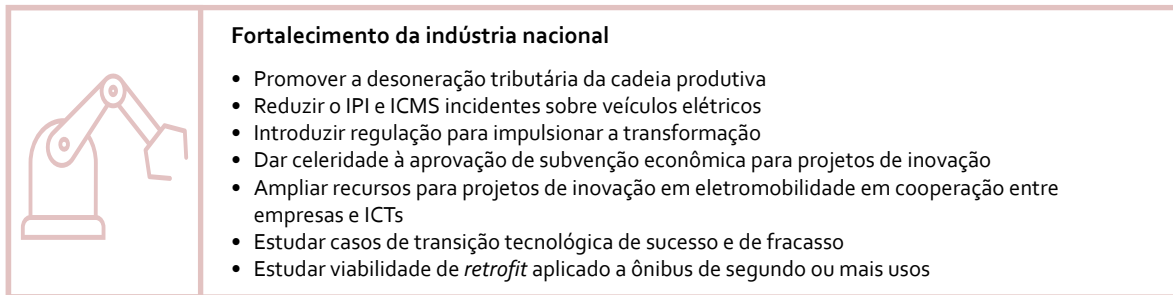
Também são destacadas as políticas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I), notadamente o Programa Rota 2030. Principal política para o setor automotivo brasileiro, o Rota 2030 já apresenta mecanismos para promover a inovação no setor. Entretanto, faz-se necessário fortalecer os instrumentos de política de CT&I para de fato permitir a nacionalização de componentes-chave para os ônibus elétricos, tais quais aqueles supracitados. Nesse sentido, foram mencionados: dar maior celeridade e eficiência à subvenção econômica a projetos de inovação apoiados pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e ampliar os recursos da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII) para cooperação entre empresas e institutos de ciência, tecnologia e inovação (ICTs) na área de eletromobilidade, por exemplo, por meio de redução de contrapartida das empresas.

A regulação pode ter um papel importante para dar um impulso inicial à adequação de planos de negócios e de investimentos da indústria no que se refere à eletromobilidade. As políticas e as metas estabelecidas pelo município de São Paulo para a eletrificação da frota ilustram como a regulação pode contribuir para quebrar a inércia e provocar uma mudança de trajetória.

Foi apontada, ainda, a necessidade de buscar na história da indústria brasileira lições aprendidas que possam ser aplicadas no contexto da transição para a eletromobilidade. No campo das histórias de êxito, foi destacado o exemplo da indústria eólica, sublinhando que naquele caso a coordenação federal e a governança exerceram importante papel para o desenvolvimento da cadeia industrial da energia eólica no Brasil. No tocante a experiências menos bem sucedidas, apontou-se o caso dos ônibus a gás natural que foram fabricados no contexto da ECOg2, mas que acabaram não sendo comprados por falta de políticas públicas e acabaram sendo reconvertidos para diesel.

O *retrofit* é percebido com cautela pelos atores, em função de preocupações com parâmetros de segurança do ônibus, potencial efetivo de abatimento de custo de capital (CAPEX), prazo de maturação do investimento e o chamado efeito de canibalização. No entanto, indicou-se que deve ser estudada com maior profundidade a possibilidade de aplicar essa técnica, principalmente, no âmbito de ônibus de segundo ou mais usos. No modelo de negócios vigente, o operador de transporte coletivo compra o ônibus a diesel nas cidades maiores, utiliza-o durante o período do contrato de concessão (em geral de 8 anos) e, após esse período, esse ônibus é reformado e vendido para segundo uso (ou mais) em cidades menores. Há, assim, um processo em que os municípios maiores, tais como São Paulo, lideram a compra de ônibus novos, o que acabaria levando à venda dos ônibus antigos a diesel a municípios menores. No âmbito da substituição da frota por ônibus elétricos novos, na ocasião da reforma e venda dos ônibus antigos movidos a combustão interna poderia haver oportunidade de *retrofit* e modernização dos ônibus, trazendo-os para a eletromobilidade. No entanto, são necessários mais informações e estudos para analisar a viabilidade da proposta.

Diagrama 9
Roteiro de ações propositivas – Fortalecimento da indústria nacional



Fonte: Elaboração própria.



4. Harmonização de especificações e apoio técnico

Impulsionar investimentos em ônibus elétricos a larga escala requer que determinadas especificações técnicas ligadas à infraestrutura de recarga sejam harmonizadas. Carregadores e seus conectores são exemplos claros de itens que demandam definição urgente de padronização. A ausência de tal harmonização pode levar um cenário extremo, no qual em cada garagem há um certo tipo de carregador que só carrega um determinado tipo de ônibus, pois cada fabricante aplicará um padrão próprio. A harmonização de parâmetros poderá contribuir para a previsibilidade e a escalabilidade dos ônibus elétricos, ao permitir a operação desses itens em um número maior de garagens, de municípios e, eventualmente, até mesmo de mercados fora do país.

A harmonização de parâmetros técnicos de carregadores e seus conectores deve ser cuidadosamente estabelecida, haja vista que um detalhamento excessivo da especificação pode levar à saída de atores do mercado e gerar rigidezes desnecessárias, inclusive em termos de aprimoramentos tecnológicos. Nesse sentido, deve ser estabelecida uma harmonização equilibrada dos parâmetros técnicos sob os quais a infraestrutura de recarga se desenvolverá. Essa definição de parâmetros deverá se orientar por aspectos técnicos e pelo diálogo entre os municípios e os fabricantes desses itens. Nesse sentido, poderia haver uma articulação entre indústria e municípios para pactuar parâmetros técnicos e estabelecer tal harmonização, por exemplo, por meio de acordos. Essa pactuação também poderia ser buscada no nível regional, visando à consolidação de um mercado latino-americano.

O apoio técnico aos municípios, particularmente dos atores que atuam na gestão direta do transporte coletivo, é apontado como fundamental para impulsionar investimentos na eletrificação da frota de ônibus. Na maioria dos municípios do país, não há informações e conhecimentos técnicos suficientes para promover a eletromobilidade, posto que se trata de uma nova tecnologia em estágio inicial de difusão. A elaboração de uma cartilha para gestão de frota elétrica é uma ação propositiva que poderá auxiliar os municípios e seus operadores de transporte público no processo de transição à mobilidade elétrica. Tal cartilha traria informações práticas, tais como informações sobre a autonomia do ônibus, capacidade de carga de bateria, tempo de recarga, tamanho do carregador que se deve colocar na garagem, dentre outros. De forma complementar, sublinhou-se a relevância de se criar um mecanismo para resolução de dúvidas, por exemplo ao facilitar o acesso a especialistas em eletromobilidade. A realização de capacitações e projetos demonstrativos de eletromobilidade também contribuiria para fortalecer as capacidades dos municípios para expandir e operar frotas de ônibus elétricos.

Diagrama 10
Roteiro de ações propositivas – Harmonização de especificações e apoio técnico

	<p>Harmonização de especificações</p> <ul style="list-style-type: none"> • Articular diálogo entre fabricantes e municípios para pactuar parâmetros técnicos de carregadores e seus conectores • Promover harmonização no nível regional para consolidar mercado latino-americano
	<p>Apoio técnico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar cartilhas com orientações técnicas sobre gestão da frota de ônibus elétricos • Criar um mecanismo de resolução de dúvidas • Realizar capacitações e projetos demonstrativos para promover aprendizado sobre ônibus elétricos

Fonte: Elaboração própria.

5. Novos modelos de negócios

A eletromobilidade traz consigo transformações profundas, que incluem o desenvolvimento de novos modelos de negócio. De fato, há uma percepção consensual de que os modelos de negócio atuais devem ser revistos para viabilizar a mobilidade elétrica em larga escala no Brasil (ver seção A do capítulo II). O desafio para o estabelecimento de novos modelos de negócios é enfrentar as incertezas e riscos inerentes ao estabelecimento de um novo paradigma tecnológico e econômico. A falta de informações e conhecimento sobre novos modelos de negócios é apontada como um nó crítico para impulsionar investimentos em ônibus elétricos no Brasil.

Quadro 6
Possibilidades para novos modelos de negócios no Brasil

<p>Operador adquire o modelo e a recarga ocorre em uma operação separada. Separação dos riscos de investimento com as empresas de energia/gestão e comercialização de energia para desbloquear a demanda por ônibus elétricos.</p>
<p>Município faz a compra do ônibus e faz concessão aos operadores.</p>
<p>Município oferece garantias, facilita o financiamento, promove subsídios para o operador ter capacidade de comprar ônibus elétricos.</p>
<p><i>Leasing</i> ou arrendamento – investidor compra o ônibus e o arrenda com a garantia de reposição imediata e dos serviços pactuados, que incluem assistência técnica. Ele pode oferecer o pacote completo, isto é, também serviços de infraestrutura e energia, ou pacotes personalizados. Município ou estado contribui oferecendo garantias para o investimento. Sugestão de contrato de <i>leasing</i> de duração por 15 anos.</p>
<p>Contratos cuja remuneração se baseia no desempenho do operador, que pode incorrer em bônus e malus a depender das capacidades e qualidade dos serviços oferecidos (referência: <i>policy-index contracts</i> de Londres).</p>
<p>Municípios compram apenas as baterias para funcionamento dos ônibus elétricos, com a finalidade de reduzir o CAPEX, e realizam concessão de utilização pelos operadores durante 8 anos.</p>
<p>Arranjo em que o poder público atue em conjunto, seja por um consórcio ou empresa única, por exemplo, com o fim de oferecer segurança jurídica direta ou indiretamente aos operadores.</p>
<p>Considerar compra ou arrendamento (<i>leasing</i>) de baterias de segunda vida para reduzir custos de investimento.</p>

Fonte: Elaboração própria.

De fato, os atores estratégicos da eletromobilidade no Brasil apresentaram uma rica diversidade de possíveis arranjos e modelos de negócios para o Brasil, conforme se pode observar no quadro 6. Embora haja um consenso diante da necessidade de se estabelecerem novos modelos de negócios, há menos clareza sobre qual deve ser o modelo prevalescente ou, o que é mais provável em função das especificidades dos municípios, se haverá uma heterogeneidade de modelos em vigor. Para jogar luz sobre as vantagens e desvantagens de cada arranjo ou modelo, é muito importante que seja apoiada a

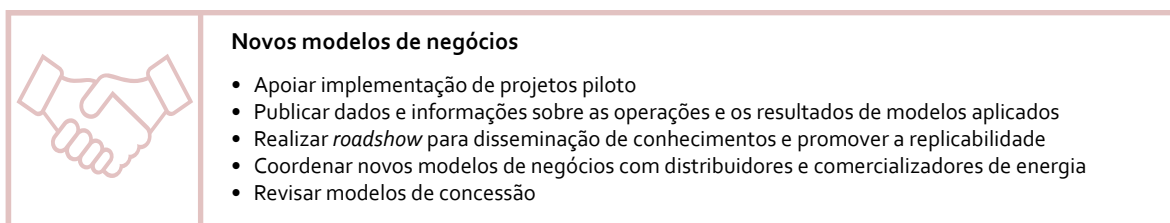
implementação de projetos-piloto, permitindo acumular dados e aprendizados sobre o tema. Ademais, para promover a transparência e o compartilhamento das experiências, devem-se publicar dados e informações sobre as operações e os resultados de modelos aplicados.

Os pioneiros (*first movers*) são atores com maior apetite ao risco, que produzem uma série de aprendizados e padrões que acabam sendo implementados pelos seguidores. Nesse sentido, é muito importante realizar *roadshows*, isto é, uma série de visitas técnicas a projetos piloto e experiências exitosas de municípios brasileiros e latino-americanos, com a finalidade de disseminar informações técnicas e aprendizados e promover a replicabilidade. O público-alvo do roadshow poderia ter como foco atores com efetiva atuação em ônibus elétricos, principalmente operadores, mas também, gestores municipais e estaduais de mobilidade e planejamento urbano, distribuidoras e comercializadoras de energia, órgãos relevantes federais, fabricantes, entre outros.

A eletromobilidade traz um novo ator para o setor de transporte, que são os distribuidores e comercializadores de energia elétrica. Nesse sentido, deve-se buscar estabelecer mecanismos de coordenação com estes atores para estabelecer modelos de negócios orientados pela confiabilidade e segurança em termos do abastecimento da frota e dos serviços de assistência.

Por fim, o desenvolvimento de novos modelos de negócio deve contemplar também a necessidade de revisão dos contratos de concessão do transporte coletivo.

Diagrama 11
Roteiro de ações propositivas – Novos modelos de negócios



Fonte: Elaboração própria.

6. Conscientização da sociedade e transição responsável

Revelou-se também a importância de promover a informação, a conscientização e a mobilização da sociedade quanto ao tema da eletromobilidade no transporte coletivo. O engajamento da opinião pública é fundamental para atribuir legitimidade às políticas e ações para a eletromobilidade, bem como para angariar mais tração à agenda, à medida em que a população traz a força da demanda do cliente (ou usuário) do transporte coletivo, do desejo do contribuinte e da convicção do eleitorado sobre os processos decisórios.

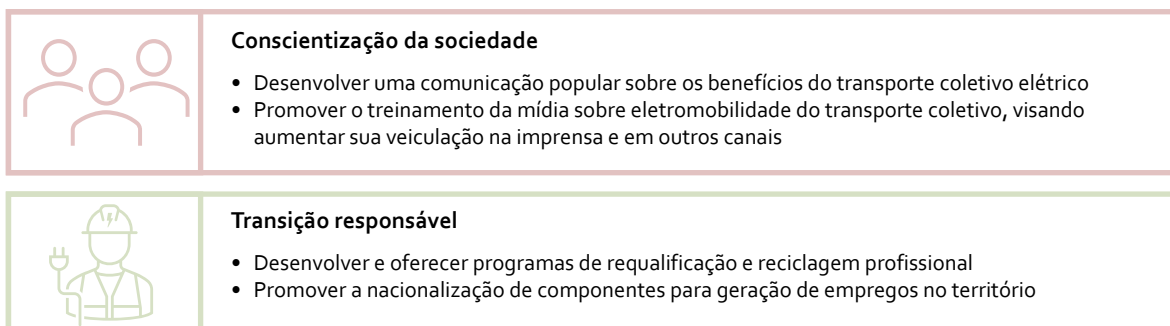
Deve-se difundir entre a população e tomadores de decisão o entendimento sobre as contribuições do transporte coletivo em face ao privado. Isso é especialmente importante neste momento de deterioração dos sistemas de transporte público devido à queda da demanda engendrada pela pandemia de COVID-19. É preciso resgatar o interesse no transporte público e compreender o indivíduo não como usuário, mas sim como cliente que paga e merece um serviço de qualidade e seguro.

Para isso, deve-se desenvolver uma comunicação popular sobre a eletromobilidade, que permita à população em geral compreender seus benefícios para além de aspectos tais como o conforto ou o silêncio dos ônibus elétricos, mas também em termos de saúde, qualidade de vida, entre outros. Trata-se de uma nova maneira de dar publicidade ao tema, que contribua para tornar o ônibus elétrico objeto de desejo na ponta, ou seja, que motive as pessoas a utilizar o transporte público elétrico. Ademais, deve-se promover o treinamento da mídia sobre eletromobilidade, visando aumentar a veiculação na imprensa e em outros canais sobre benefícios econômicos, sociais e ambientais de ônibus elétricos.

Outra alavanca para impulsionar investimentos na eletrificação da frota de ônibus no Brasil é promover a transição com responsabilidade. O avanço da eletromobilidade, embora gere um saldo de empregos muito positivo (ver seção D no capítulo I), envolve setores perdedores, notadamente no campo do ônibus a diesel, e ganhadores, especialmente no setor de ônibus elétricos, mas também na infraestrutura de recarga e outros segmentos da economia. Em outras palavras, mobilidade elétrica também traz consigo uma mobilidade dos empregos, no sentido de que os trabalhadores se deslocarão de alguns setores para outros (ver seção C no capítulo II). Para que os trabalhadores possam beneficiar-se dos empregos que serão gerados na expansão da infraestrutura, na ampliação das capacidades produtivas e nos demais setores da economia, é fundamental que sejam implementados programas de requalificação e reciclagem profissional. A capacitação e a qualificação profissional são importantes não apenas do ponto de vista da transição responsável, mas também garantir a disponibilidade desde mão de obra altamente capacitada para as atividades de pesquisa e desenvolvimento em motores elétricos, baterias e sistemas auxiliares como freios regenerativos, até trabalhadores de chão de fábrica e técnicos para a realização de controle de qualidade e manutenção. Por outro lado, também se destaca a importância de políticas públicas de nacionalização de componentes importados, de forma a maximizar no território a geração de empregos na cadeia de valor, especialmente daqueles segmentos de maior produtividade e remuneração.

Diagrama 12

Roteiro de ações propositivas – Conscientização da sociedade e transição responsável



Fonte: Elaboração própria.

D. Considerações finais

A agenda de trabalho para impulsionar investimentos em ônibus elétricos no Brasil apresentada no presente capítulo, fruto de um esforço coletivo e das contribuições de diversos atores com efetiva atuação sobre o tema, detalhou o escopo, os objetivos, os eixos estruturantes e roteiros de ações propositivas para cada um desses eixos. Em última instância, seus resultados poderão contribuir para a formulação de um Plano Nacional para a Eletromobilidade, que, por sua vez, poderia formar parte integral de uma Estratégia Nacional para a Mobilidade de Baixa Emissão de Carbono.

A implementação dessa agenda permitirá fundamentar as bases de um grande impulso para uma transformação sustentável dos padrões de produção e consumo de serviços de mobilidade urbana no Brasil. O presente capítulo e este documento, de forma geral, trouxeram evidências e apontaram caminhos para que os investimentos em ônibus elétricos se tornem uma extraordinária oportunidade para um Grande Impulso para a Sustentabilidade no Brasil. Os investimentos em ônibus elétricos no Brasil podem contribuir, além de seus efeitos positivos sobre meio ambiente, a saúde e a qualidade de vida das pessoas, para a retomada do crescimento da economia brasileira, bem como para a geração de empregos e renda no país, contribuindo para uma recuperação transformadora com igualdade e sustentabilidade.

Bibliografia

- ActionAid (2014), *Linha de Base: Campanha Cidades Seguras para Mulheres*, agosto.
- ANTP (Associação Nacional de Transportes Públicos) (2020a), "Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público - Simob/ANTP", *Relatório geral 2017*, janeiro.
- _____(2020b), "Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público - Simob/ANTP", *Relatório geral 2018*, janeiro.
- BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento) (2017), *Documento-base para subsidiar os Diálogos Estruturados sobre a elaboração de uma Estratégia de Implementação e Financiamento da Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil ao Acordo de Paris*, Brasília.
- Barassa, Edgar e outros (2022), "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).
- Borba, Bruno (2020), "Big Push para a Mobilidade Sustentável: cenários para acelerar a penetração de veículos elétricos leves no Brasil", *Documentos de Projetos* (LC/TS.2020/50; LC/BRS/TS.2020/2), Santiago de Chile, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL).
- Casas, Marina, Cindy Lara e Carlos Espinosa (2019), "Determinantes de género en las políticas de movilidad urbana en América Latina", *Boletín FAL*, N° 371.
- CEF (Caixa Econômica Federal) (2021), "CAIXA e Governo Federal divulgam calendário de pagamentos do Auxílio Emergencial 2021" [online] <https://caixanoticias.caixa.gov.br/noticia/25622/caixa-e-governo-federal-divulgam-calendario-de-pagamentos-do-auxilio-emergencial-2021> [data de acesso: 31/03/2021].
- CEPAL (Comissão Econômica para América Latina e o Caribe) (2021a), *Panorama Social de América Latina, 2020*, LC/PUB.2021/2-P/Rev.1, Santiago do Chile.
- _____(2021b), *Perspectivas del Comercio Internacional de América Latina y el Caribe, 2020*, (LC/PUB.2020/21-P), Santiago de Chile.
- _____(2021c), *Balance Preliminar de las Economías de América Latina y el Caribe, 2020*, LC/PUB.2020/17-P/Rev.1, Santiago de Chile.
- _____(2021d), *La paradoja de la recuperación en América Latina y el Caribe: Crecimiento con persistentes problemas estructurales: desigualdad, pobreza, poca inversión y baja productividad*, *Informe Especial COVID-19*, No. 11.
- _____(2021e), *Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe, 2021*, LC/PUB.2021/5-P, Santiago de Chile.
- _____(2020a), *Construir un nuevo futuro: una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad*, LC/SES.38/3-P/Rev.1, Santiago de Chile.

- _____ (2020b), "Enfrentar los efectos cada vez mayores del COVID-19 para una reactivación con igualdad: nuevas proyecciones" *Informe Especial COVID-19*, No. 5, Santiago de Chile.
- _____ (2020c), "Repositório de casos sobre o Big Push para a Sustentabilidade no Brasil" [online] abril, Santiago, Chile <https://biblioguias.cepal.org/bigpushparaasustentabilidade> [data de acesso: 07/07/2022].
- _____ (2018), *La ineficiencia de la desigualdad*, LC/SES.37/3-P, Santiago de Chile.
- _____ (2016), *Horizontes 2030: la igualdad en el centro del desarrollo sostenible*, LC/G.2660/Rev.1, Santiago de Chile.
- CEPAL/CGEE (Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe/Centro de Gestão e Estudos Estratégicos) (2020), "Indicadores de desempenho associados a tecnologias energéticas de baixo carbono no Brasil: evidências para um grande impulso energético", *Documentos de Projetos* (LC/TS.2020/73; LC/BRS/TS.2020/5), Santiago de Chile.
- CEPAL/FES (Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe/Fundação Friedrich Ebert Stiftung) (2019), "Big Push Ambiental: Investimentos coordenados para um estilo de desenvolvimento sustentável", *Perspectivas*, Nº 20, LC/BRS/TS.2019/1 e LC/TS.2019/14, Santiago de Chile e São Paulo.
- CEPALSTAT (2021), "Base dados da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe" [base de dados online] <https://cepalstat-prod.cepal.org> [data de acesso: 31/05/2021].
- CNT (Confederação Nacional do Transporte) (2019), *Pesquisa CNT de Rodovias 2019*, CNT, Serviço Social do Transporte (SEST) e Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte (SENAT), Brasília.
- Dallman, Tim (2019), *Benefícios de tecnologias de ônibus em termos de emissões de poluentes do ar e do clima em São Paulo*, Relatório técnico, fevereiro, The International Council on Clean Transportation (ICCT).
- Daudt, Gabriel e Luiz Daniel Willcox (2018), "Indústria Automotiva", *Visão 2035: Brasil, país desenvolvido: agendas setoriais para alcance da meta*, Fernando Puga e Lavinia Castro (coord.), Rio de Janeiro, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).
- E-Bus Radar (2022), "Ônibus Elétricos na América Latina" [online] <https://www.ebusradar.org/> [data de acesso: 21/07/2022].
- EPE (Empresa de Pesquisa Energética) (2019), *Balanço Energético Nacional 2019, Relatórios Síntese – Anos 2018*, maio, Rio de Janeiro.
- EPL (Empresa de Planejamento Logístico) (2018), *Plano Nacional de Logística 2025, Relatório Executivo*, Brasília, junho.
- Fajnzylber, Fernando (1988), "Competitividad internacional: evolución y lecciones", *Revista CEPAL*, Nº 36.
- FEM (Fórum Econômico Mundial) (2019), *The Global Competitiveness Report 2019*, Genebra.
- Gramkow, Camila (Org.) (2020), "Investimentos transformadores para um estilo de desenvolvimento sustentável: Estudos de casos de grande impulso (Big Push) para a sustentabilidade no Brasil" *Documentos de Projetos*, LC/BRS/TS.2020/1, Santiago de Chile, CEPAL.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (2022), "Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua trimestral" [base de dados online] <https://www.ibge.gov.br/> [data de acesso: 30/06/2022].
- IFC (International Financial Corporation) (2016), *Climate investment opportunities in emerging markets: an IFC analysis*, Washington, D.C.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2022), *Climate Change 2022-Mitigation of Climate Change-Summary for Policy Makers. Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- IPEADATA (2022), "IPEADATA" [base de dados online] <http://www.ipeadata.gov.br> [data de acesso: 06/07/2022], Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).
- ITDP (Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento) (2018), *O acesso de mulheres e crianças à cidade*, janeiro.
- Lima, George, Gabriel Silva e Genezio Neto (2019), "Mobilidade elétrica: o ônibus elétrico aplicado ao transporte público no Brasil", *Revista dos Transportes Públicos – ANTP*, Ano 41.
- Le Quere, Corinne e outros (2020), "Temporary reduction in daily global CO₂ emissions during the COVID-19 forced confinement", *Nature Climate Change* 10, no. 7, p. 647-653.
- Martínez, Rodrigo, Carlos Maldonado e Judith Schonsteiner (eds.) (2022), "Inclusión y movilidad urbana con un enfoque de derechos humanos e igualdad de género: marco de análisis e identificación de instrumentos de política para el desarrollo de sistemas sostenibles de movilidad urbana en América Latina", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2022/74), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

- Muñoz, Cristina e Gabriel Pérez (2017), "Reflexiones sobre el rol de la logística en la explotación sostenible de los recursos naturales en América Latina y el Caribe", *Boletín FAL*, N° 357, Santiago, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), maio.
- NTU (Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos) (2021a), "Os grandes números da mobilidade urbana", *Cenário Nacional*, fevereiro.
- _____(2021b), *Impactos no transporte público por ônibus provocados pela pandemia da COVID-19: análise do cenário nacional (março/2020 a abril/2021)*.
- Olivera, Margarita, Maria Gabriela Podcameni, Maria Cecilia Lustosa e Leticia Graça (2021), "A dimensão de gênero no Big Push para a Sustentabilidade no Brasil: as mulheres no contexto da transformação social e ecológica da economia brasileira" *Documentos de Projetos* (LC/TS.2021/6; LC/BRS/TS.2021/1), Santiago de Chile e São Paulo, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) e Fundação Friedrich Ebert Stiftung (FES).
- OMS (Organização Mundial da Saúde) (2011), *Health co-benefits of climate change mitigation—Transport sector*, Genebra.
- ONU (Organização das Nações Unidas) (2015), *Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável A/RES/70/1*, Nova Iorque, Publicação das Nações Unidas.
- P4G/ZEBRA/Dalberg (Partnering for Green Growth and the Global Goals 2030/The Zero Emission Bus Rapid-deployment Accelerator/Dalberg) (2020), *Accelerating a market transition in Latin America: New business models for electric bus deployment*, fevereiro.
- Pereira, Rafael e outros (2019), "Desigualdades socioespaciais de acesso a oportunidades nas cidades brasileiras", *Texto para Discussão IPEA*, N° 2353, Brasília.
- Pereira, Rafael e outros (2021), "Tendências e desigualdades da mobilidade urbana no Brasil I: o uso do transporte coletivo e individual", *Texto para discussão IPEA*, N° 2673, Brasília.
- PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) (2019), *Relatório de desenvolvimento humano 2019*, Nova Iorque, PNUD.
- PMSP (Prefeitura Municipal de São Paulo) (2021), *Programa de Metas 2021-24, Versão Final Participativa*, São Paulo.
- Rebouças, Beatriz e outros (2022), *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), março.
- Rosenstein-Rodan, Paul N. (1957), "Notes on the Theory of the "Big Push", *Economic Development Program*, Italy Project C/57-25.
- Sclar, Ryan e outros (2019), *Barriers to Adopting Electric Buses*, World Resources Institute (WRI).
- SEEG (Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa) (2022), "Total emissions" [base de dados online] https://plataforma.seeg.eco.br/total_emission [data de acesso:07/07/2022], Observatório do Clima.
- Uteng, Tanu Priya (2011), "Gender and mobility in the developing world", Background Paper, *World Bank Development Report 2012: gender equality and development*, fevereiro.
- Vasconcelos, Eduardo (2019), "Contribuciones a un gran impulso ambiental para América Latina y el Caribe: movilidad urbana sostenible" *Documentos de Proyectos*, (LC/TS.2019/2), Santiago de Chile, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL).
- Vaz, Luiz F. H., Daniel C. Barros e Bernardo H. R. Castro (2015), "Veículos híbridos e elétricos: sugestões de políticas públicas para o segmento", *BNDES Setorial*, N° 41.

Anexo

Participantes do “*Match-making* Oferta e Demanda: Encontro estratégico para acelerar investimentos em ônibus elétricos”

Quadro A1
Lista de participantes do “*Match-making* Oferta e Demanda: Encontro estratégico para acelerar investimentos em ônibus elétricos”

Adalberto Maluf, Presidente da Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE) e Diretor de Sustentabilidade, Marketing e Novos Negócios da BYD
Alexandre Colonese, Diretor da TEVX Motors, Higer
Alexandre Parker, Relações Públicas da Volvo e Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA)
Alexandre Sakai, Chefe de e-Mobility, Siemens
André Carneiro C. M. Carvalho, Gerente do Departamento de Engenharia, Metal Mecânica, Equipamentos, Transporte e Serviços, Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)
Andrea Laplane, Oficial de Assuntos Econômicos, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL)
Anna Marco, Technical Advisor, TUMI-GIZ
Beatriz Rodrigues, Coordenadora Sênior de Transporte Público ITDP Brasil, Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento (ITDP)
Camila Gramkow, Oficial de Assuntos Econômicos, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL)
Caoní Ponchio, Gerente de Desenvolvimento de Negócios, Marcopolo
Carlos Eduardo Souza, Responsável por B2G - e-city Brasil, Enel X
Carmen Araujo, Diretora Geral do ICCT Brasil, International Council on Clean Transportation (ICCT)
Clarissa Taquette Vaz, Gerente do Departamento de Mobilidade Urbana e Logística, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)
Claudia Brício Romano, Secretária Municipal da Fazenda (SMF) da Prefeitura de São Paulo
Cristina Albuquerque, Gerente de Mobilidade Urbana do WRI Brasil, World Resources Institute (WRI)
David Noronha, CEO, Energy Source
Douglas Luciano, Gerente de Desenvolvimento e Pesquisa, Energy Source
Edgar Barassa, CEO da Barassa e Cruz Consulting e Pesquisador Unicamp
Eduardo Sousa, CEO, Electric Mobility
Eloir Pagnam, Gerente do Departamento de Estações de Recarga para Veículos Elétricos, WEG
Fábio Pedó, Secretária do Municipal Verde e do Meio Ambiente (SVMA) da Prefeitura de São Paulo
Fábio Stacke, Gerente de Pesquisa e Desenvolvimento, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)
Felipe Matsuda, Coordenador de Assuntos Multilaterais e Redes de Cidades, Secretária Municipal de Relações Internacionais (SMRI) da Prefeitura de São Paulo
Fernando Araldi, Coordenador, Coordenação-Geral de Gestão Integrada, Secretária Nacional de Mobilidade e Desenvolvimento Regional e Urbano (SMDRU), Ministério do Desenvolvimento Regional
Filipe Souza, Coordenador do Departamento de Mobilidade Urbana e Logística, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)
Flávia Consoni, Professora, Programa de Pós-graduação em Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências, Unicamp
Francisco Castro, Assessor Especial para Sustentabilidade, Secretária Municipal de Relações Internacionais (SMRI) da Prefeitura de São Paulo
Gabriela Oliveira, Consultora, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL)
Gilberto Prado, Gerente de Produtos e-Mobility, Raizen
Gilmar Pereira Miranda, Secretário Executivo de Transporte e Mobilidade Urbana, Secretária Municipal de Mobilidade e Trânsito (SETRAM) da Prefeitura de São Paulo
Giulia Brito, Assessora Internacional, Secretária Municipal de Relações Internacionais (SMRI) da Prefeitura de São Paulo

Guilherme de Castro, Assessor Técnico, Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica (PNME)
Hanna Lobo, Gerente de Estudos Econômicos, SPTrans
Humberto de Alencar, Secretário Adjunto, Secretaria Municipal de Inovação e Tecnologia (SMIT) da Prefeitura de São Paulo
Jose Luis Samaniego, Diretor da Divisão de Desenvolvimento Sustentável e Assentamentos Humanos (DDSAH), Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL)
Leonardo Barbosa de Oliveira, Analista de Políticas Públicas e Gestão Governamental, Secretaria Executiva de Planejamento e Entregas Prioritárias (SEPEP) da Prefeitura de São Paulo
Luís Felipe Felício, Assessor, Secretaria Municipal de Relações Internacionais (SMRI) da Prefeitura de São Paulo
Luiz Carlos Moraes, Diretor de Comunicação Corporativa e Relações Institucionais da Mercedes-Benz e Vice-Presidente da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA)
Marcel Martin, Coordenador - Portfólio de Transportes, Instituto Clima e Sociedade (ICS)
Marcela Mazzoni, Especialista em Inovação Industrial, Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII)
Marcelo Barella, Diretor de Vendas, Higer
Maria Luiza Manfrenato, Secretário Executivo de Mudanças Climáticas (SECLIMA) da Prefeitura de São Paulo
Marília Neves, Coordenadora Técnica, Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica (PNME)
Marta Suplicy, Secretária de Relações Internacionais, Secretaria Municipal de Relações Internacionais (SMRI) da Prefeitura de São Paulo
Mauricio Frutuoso, Gerente Desenvolvimento de Negócios, Siemens
Mike Munhato, Gerente eMobility, Mercedes-Benz
Odilson Braz Júnior, Secretário de Gestão Administrativa e Finanças, Prefeitura de São José dos Campos
Olímpio Alvares, Consultor Técnico, Sindicato das Empresas de Transporte Coletivo Urbano de Passageiros de São Paulo (SP URBANUSS)
Paulo Arabian, Diretor de Vendas da Volvo e Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA)
Paulo Roberto Guimarães Júnior, Presidente do Fórum Nacional de Secretários de Mobilidade Urbana, Secretário Municipal de Mobilidade Urbana e São José dos Campos e Membro da Câmara Temática de Educação e Saúde para o Trânsito do Conselho Nacional de Trânsito
Paulo Villarim, Engenheiro do Departamento de Tecnologia da Área Industrial, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)
Pedro Felipe Meneses Sampaio, Coordenador Financeiro, Raízen
Pedro Marques, Coordenador do Departamento de Mobilidade Urbana e Logística, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)
Rafael Bergamashi, Gerente de Negócios do Setor Público, Desenvolve SP
Rafael Pimentel, Chefe do Departamento de Mobilidade Urbana e Logística do BNDES, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)
Renato Florence, Gerente de Planejamento e Desenvolvimento, Marcopolo
Ricardo Guggisberg, Presidente, Instituto Brasileiro de Mobilidade Sustentável (IBMS)
Robson Cruz, CEO, Barassa e Cruz Consulting
Rodrigo Tortoriello, Representante no Brasil, VG Mobility
Samara Menegato, Gerente de Export Credit & Trade Finance da Mercedes-Benz e Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA)
Silvestre Sousa, Diretor do Grupo de Veículos Pesados da Associação Brasileira do Veículo Elétrico e Executivo da Eletra
Tainá Bittencourt, Especialista em Mobilidade Urbana, Frente Nacional de Prefeitos (FNP)
Thais Carqueijo, Analista de Serviços ao Cliente SR, EDP
Thiago Ermel, Analista de Políticas Públicas e Gestão Governamental, Secretaria Executiva de Planejamento e Entregas Prioritárias (SEPEP) da Prefeitura de São Paulo
Thabata Campos, Assessora de Comunicação, Secretaria Municipal de Relações Internacionais (SMRI) da Prefeitura de São Paulo
Thiago Pinho Mardo, Gerente de Negócios do Setor Privado, Desenvolve SP

Thomas Maltese, Senior Manager, C-40

Wagner Chagas, Diretor de Operações, SPTrans

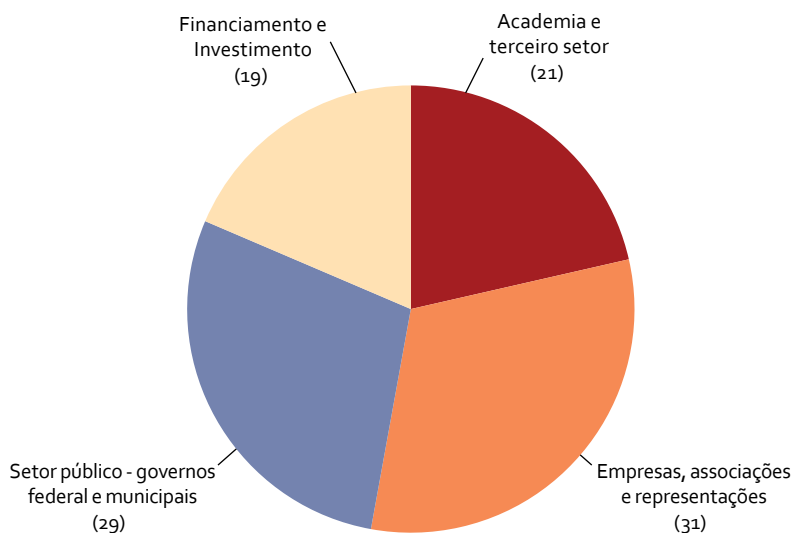
Wagner Setti, Coordenador do GT de Eletromobilidade do Sindipeças e Diretor de Componentes da ABVE, Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (Sindipeças) e WEG

Walter Barbosa, Diretor de Vendas & Marketing da Mercedes-Benz e Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA)

Fonte: Elaboração própria.

Nota: A faciliatação do encontro foi realizada por Fabiana Dias, especialista em facilitação de processos multistakeholder, Diretora e Idealizadora da MaisArgumento.

Gráfico A1
Representação dos setores no “Match-making Oferta e Demanda:
Encontro estratégico para acelerar investimentos em ônibus elétricos”



Fonte: Elaboração própria.



A atual conjuntura do Brasil e dos países no mundo todo é marcada pela necessidade de uma recuperação transformadora com igualdade e sustentabilidade. Nesse contexto, a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) das Nações Unidas vem desenvolvendo o Grande Impulso (ou *Big Push*) para a Sustentabilidade, uma abordagem renovada para apoiar os países da região na construção de estilos de desenvolvimento com sustentabilidade econômica, social e ambiental.

Os investimentos na eletrificação das frotas de ônibus são uma área estratégica para um Grande Impulso para a Sustentabilidade. O presente documento é fruto de um esforço coletivo e foi desenvolvido a partir de uma metodologia baseada no diálogo informado e na coordenação estruturada entre diversos atores com efetiva atuação sobre a eletromobilidade no Brasil. Os leitores estão cordialmente convidados a mergulhar nestas páginas com o fim de ampliar sua compreensão sobre caminhos para impulsionar investimentos em ônibus elétricos no Brasil, de modo a implementar, no campo da mobilidade com baixas emissões de carbono, a abordagem do Grande Impulso (*Big Push*) para a Sustentabilidade no Brasil.