

2º ANUÁRIO BRASILEIRO DA MOBILIDADE ELÉTRICA

O Brasil em direção ao
mix de tecnologias para
a descarbonização e
digitalização dos
transportes

1

CAPÍTULO 1.
CONTEXTO DA MOBILIDADE
ELÉTRICA NA AMÉRICA
LATINA: TENDÊNCIAS E
PERSPECTIVAS

9

2

CAPÍTULO 2.
O QUE HÁ DE NOVO NO
BRASIL EM SE TRATANDO
DE MOBILIDADE ELÉTRICA?
INSIGHTS DO MERCADO,
TECNOLOGIAS E POLÍTICAS
PÚBLICAS

47

3

CAPÍTULO 3.
PANORAMA DA OFERTA:
A VISÃO DE ATORES QUE
OFERECEM PRODUTOS,
SERVIÇOS E SOLUÇÕES PARA
A ELETROMOBILIDADE

87

APRESENTAÇÃO **4**

INTRODUÇÃO **5**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **171**

GLOSSÁRIO **183**

Publicado pela



Com apoio de



CONTATO • Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica (PNME)
contato@pnme.org.br • Brasília, Brasil

4

**CAPÍTULO 4.
A VISÃO DOS ATORES:
AS EXPERIÊNCIAS,
JORNADAS E
PERSPECTIVAS
DAQUELES QUE ESTÃO
ABSORVENDO A
TECNOLOGIA EM SEUS
MAIS DIFERENTES TIPOS
DE CONSUMIDORES**

112

5

**CAPÍTULO 5.
IMPRESSÕES
INSTITUCIONAIS E
INTERNACIONAIS: COMO
O PODER PÚBLICO E AS
ASSOCIAÇÕES ENXERGAM A
MOBILIDADE ELÉTRICA NO
BRASIL**

135

6

**CAPÍTULO 6.
PROJEÇÕES DE
CRESCIMENTO DO MERCADO
DE MOBILIDADE ELÉTRICA
NO BRASIL**

149

Autoria

Edgar Barassa, Robson Ferreira da Cruz,
Tatiana Bermúdez Rodríguez, André Fortes Chaves,
Anna Carolina L. Navarro, Flávia L. Consoni, Tarik Marques do Prado Tanure

Revisão ortográfica e gramatical

Danielle Rodrigues Raimundo

Revisão técnica

Edgar Barassa, Robson Ferreira da Cruz,
Marcus Régis, Fabricio Pietrobelli

Projeto gráfico e design

Ph Design Estratégico • Paulo Habib

Informações legais

As ideias e opiniões expressas nesta publicação são dos autores e não refletem necessariamente a posição da Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica. A duplicação ou reprodução de todo ou partes e distribuição para fins não comerciais é permitida, desde que a PNME seja citada como fonte da informação. Para outros usos comerciais, incluindo duplicação, reprodução ou distribuição de todo ou partes deste estudo, é necessário o consentimento por escrito da Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica.

APRESENTAÇÃO

A PNME tem a missão de contribuir para a implementação de práticas para o desenvolvimento sustentável da mobilidade elétrica no Brasil.

Ela foi criada como um espaço de articulação de atores importantes no universo da Mobilidade Elétrica, com a presença de representantes do Governo, da Indústria, da Academia e da Sociedade Civil para construir metas de longo prazo, considerando os pontos de vista do desenvolvimento tecnológico, de políticas públicas governamentais e do mercado.

A PNME estimula a atuação em rede, a troca de informações e conhecimentos e contribui com mecanismos de aprendizagem e de formação de competências.

A Plataforma, que foi co-criada pelos atores do setor, agrega mais de 30 instituições numa estrutura de governança baseada em um planejamento definido também coletivamente, sob a liderança de um Painel Estratégico e com atividades coordenadas por um Secretariado Executivo, com a presença de Comissões temáticas e grupos de trabalho que atuam de forma a buscar o propósito da Plataforma, preservando suas agendas individuais.

Neste sentido, a realização do Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica, para o qual preparamos edições regulares de atualização, materializa uma das principais contribuições da PNME para o ecossistema. Por esse motivo, estamos muito gratos e contentes de poder apresentá-lo a cada uma das pessoas que se interessa e compreende a relevância da Mobilidade Elétrica para o desenvolvimento sustentável.

Marcus Regis

Fabrício Pietrobelli

Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica (PNME) - Secretariado.

INTRODUÇÃO. O CONTEXTO DA TRANSIÇÃO E AS ESCOLHAS PARA A DESCARBONIZAÇÃO DOS MEIOS DE TRANSPORTE: O BRASIL RUMO AO MIX TECNOLÓGICO

Flávia Consoni

Marcus Régis

Edgar Barassa

A eletrificação é entendida neste anuário de forma abrangente, sendo parte de uma tendência internacional de transição energética e meio para que os países possam avançar no compromisso de descarbonização de suas matrizes energéticas (IEA, 2020, 2021). Há urgência em fazer face a esta agenda ambiental haja vista os resultados mais recentes apresentados pelo último relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2022) que colocam forte peso no papel das ações humanas na intensificação das mudanças climáticas e na ocorrência de efeitos climáticos sem precedentes.

Por contribuírem com a intensificação das emissões de dióxido de carbono (CO₂) e outros gases de efeito estufa (GEE), sobretudo em função da queima de combustível de origem fóssil no interior dos veículos, o setor de transporte tem uma responsabilidade em propor alternativas que reduzam ou eliminem tais emissões.

É neste contexto que a eletrificação dos veículos se apresenta como uma das ações que o setor da mobilidade está empreendendo para promover essa transição que tem, como ponto de chegada, a descarbonização dos meios de transportes (IEA, 2021). Os Outlooks, relatórios técnicos elaborados pela Agência Internacional de Energia estão, há quase uma década, monitorando estes avanços no mercado. A primeira publicação, com o título “*Understanding the Electric Vehicle Landscape to 2020*” [Entendendo o cenário dos veículos elétricos para

2020] (IEA, 2013) trouxe um estoque de 180 mil veículos elétricos, em relação ao estoque de 113 mil (2012) e 45 mil (2011). Ou seja, já descreviam um mercado em rápido crescimento, mas com o alerta já colocado de que o caminho a percorrer seria longo antes que fossem alcançadas taxas elevadas de penetração no mercado. E, de fato, a cada novo EV Global Outlook lançado, tanto a quantidade de informações, como de países incorporados nestes relatórios, foi se ampliando. Trata-se de um claro movimento que reflete a consolidação desta tendência para a eletrificação veicular, não sem sempre pontuar os desafios encontrados nesta jornada.

O movimento para a eletrificação está ganhando força sobretudo a partir dos posicionamentos que estão se tornando públicos, por parte de países, em anunciarem compromissos e metas para a descarbonização dos meios de transporte. A declaração mais recente, do Parlamento Europeu, causou surpresa ao estabelecer o ano de 2035 como o limite para a comercialização dos veículos movidos a combustível fóssil.

Outro movimento que caminha em sintonia com tais compromissos são as regras mais rígidas para controle das emissões veiculares (regulações internacionais cada vez mais exigentes), e que direcionam as atenções para as opções tecnológicas veiculares que sejam capazes de dar respostas a tais limites e pressões, a custos que sejam competitivos. Ocorre que a arquitetura veicular dependente exclu-

sivamente do motor a combustão interna movido por combustível fóssil está associada a perdas energéticas decorrentes da combustão; promover melhorias neste sistema implica custos cada vez mais elevados. Para alguns mercados com normas mais rígidas de emissão, a opção de migrar para outras tecnologias de propulsão de baixa emissão tem se colocado como opção viável, sobretudo em função dos investimentos necessários.

É nesta perspectiva que a eletrificação veicular deve ser compreendida. Ela de fato tem se colocado como opção para avançar na descarbonização do setor de transporte, porém a escolha não tem sido única. Isso ocorre uma vez que a baixa emissão compreende rotas tecnológicas diversas que combinam um mix de tecnologias que, no seu conjunto, por reduzirem as emissões de GEE, apresentam potencial para avançar nestes compromissos.

Em um esforço de simplificação acerca desse mix de tecnologias veiculares de baixa emissão envolvendo a eletrificação dos diferentes modais (leves, pesados, micromobilidade), pode-se falar em duas categorias: a da eletrificação parcial, o que inclui as versões de hibridização (com ou sem conexão com a rede elétrica) e que implicam maior eficiência energética dos veículos; e a eletrificação completa, a qual compreende veículos que são puramente elétricos e independentes do uso do combustível fóssil para rodagem.

Estas alternativas (elétrico puro, e as versões híbrida e híbrida *plug in*) já são realidade e as projeções de mercado trazem números cada vez mais consistentes e em crescimento constante (IEA, 2021), conforme será explorado ao longo deste Anuário. Nesta rota da eletrificação, ainda há a versão elétrica com célula a combustível, com desenvolvimentos em curso, que se coloca como forte aposta para a descarbonização dos meios de transporte para alguns modais, sendo destaque os veículos de uso rodoviário de longa distância tais como caminhões e ônibus rodoviários, que demandam maior autonomia de rodagem; no caso brasileiro, sedimentam-se oportunidades de interfaces e diálogos perceptíveis entre essa rota

tecnológica das células de combustíveis com os biocombustíveis, inclusive.

Resumindo, ainda que se trate de rotas tecnológicas em aberto, é urgente reconhecer quais são as ameaças e oportunidades em jogo que subsidiam estas escolhas.

No caso da eletrificação completa, os modais dependem do acesso a uma rede elétrica para obter e acumular a energia necessária para o deslocamento, o que implica uma nova dinâmica marcada pela interface entre o setor automotivo com vários outros setores econômicos tais como: o elétrico, o de infraestrutura de recarga com eletropostos e atividades de carregamento, a readequação da rede de concessionárias, a fabricação de baterias e maior demanda por recursos minerais e terras raras, demandas diferenciadas colocadas para o setor de ensino e formação de recursos humanos, necessidades de requalificação da força de trabalho, entre outras. Estamos aqui nos referindo a uma mobilidade elétrica que implica um emaranhado de novas articulações e atores, cuja viabilidade dos negócios também requer a proposição de novos modelos de negócio para que sejam efetivos e com potencial para viabilizar estas novas atividades. Com isso, novos atores são incorporados ao passo que atores tradicionais são excluídos desta atividade, o que força um movimento de rearranjo que se articula com dimensões políticas, econômicas, financeiras, de mercado, sociais, culturais, de novos hábitos de consumo e práticas entre usuários em torno da consolidação desta nova tecnologia que emerge (da eletrificação).

Este desenvolvimento nos leva a compreensão de que não se trata apenas de incorporar uma nova tecnologia nos veículos, com a liderança e protagonismo da indústria automotiva, mas sim entender que o movimento colocado pela mobilidade elétrica completa implica uma transição que é disruptiva e multidimensional, abrangendo todo um novo ecossistema de negócio que extrapola o setor automotivo, questiona a sua centralidade e o coloca em interação direta com vários outros setores de atividade econômica.

Já a eletrificação parcial se difere da eletrificação total por não demandar conexão exclusiva com a rede elétrica. Sua arquitetura veicular traz o motor elétrico e a bateria, que se combinam com o motor a combustão interna. Como consequência, obtém-se maior eficiência energética preservando praticamente a mesma estrutura de produção e de negócios tradicionalmente existentes, com menção à rede de fornecedores de autopeças, sistema de manutenção e reparos e redes de abastecimento com os postos de combustível convencionais. No caso brasileiro, a opção pela hibridização tem se colocado com força, especificamente na combinação com os biocombustíveis (com destaque para o etanol) que tem como vantagem, combinar uma tecnologia em que o Brasil é referência internacional. Trata-se de desenvolvimentos recentes que resultaram na configuração “hibridização flex”, em que cabe ao usuário a escolha, ou da gasolina, ou do etanol, ou de uma mistura entre ambos.

Por tais razões é que a eletrificação veicular está vinculada a um mix de tecnologias diversas que são de baixa ou zero emissão, algumas mais ou menos disruptivas, e que em comum buscam por opções que dispensem ou mitiguem os efeitos causados pelo uso de combustíveis fósseis nos veículos. De forma que a transição para a menor emissão nos meios de transporte não tem sido uma escolha de rota eletrificada única, havendo ainda espaço para a manutenção dos veículos com motor a combustão interna (MCI), porém com tecnologias mais avançadas que melhorem sua eficiência energética, como é o caso da combinação com os biocombustíveis/ etanol.

A existência de várias rotas tecnológicas que viabilizam a transição para a mobilidade elétrica, com escolhas que podem tanto preservar como ameaçar negócios tradicionais, e ao mesmo tempo incentivar ou coibir oportunidades de novos negócios, nos coloca um leque amplo de questionamentos. Fazer escolhas que direcionem o país para esta rota de transição, promovendo uma mobilidade que seja de baixa dependência do carbono e dos combustíveis fósseis, está longe de ser uma tarefa trivial, já que implica decisões que são de grande envergadura. Afinal, em uma

trajetória que busca a descarbonização, são várias as rotas tecnológicas que disputam espaço. E, a depender das direções assumidas, o país terá que lidar com transformações econômicas, industriais, políticas, ambientais, de infraestrutura, científicas, tecnológicas, sociais e culturais, associadas a investimentos por parte do Estado para adequação a estas novas demandas. O seu oposto também traz preocupações: a inércia em se posicionar nesta rota eletrificada pode ter implicações negativas para o país, com a ameaça de perda de mercados para exportação, e da não incorporação da engenharia automotiva brasileira nas redes de desenvolvimento de produtos liderados pelos centros globais de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I).

Respostas a estas questões – das escolhas a serem feitas - necessariamente passam pela compreensão dos sentidos da mobilidade elétrica, que tanto pode abrir novas oportunidades de mercado, como implicar desafios e ameaças aos negócios já consolidados. A dualidade que permeia estas escolhas está patente na costura de argumentos e evidências baseadas nas entrevistas realizadas com os atores participantes deste anuário que puderem contribuir com suas impressões e apontamentos.

Ademais, esta segunda versão do anuário se encontra em um contexto de pós pandemia onde governos, mercados e demais atores, estruturam ações para atender a demandas e gerar ofertas de um “novo normal”. Esta é uma conjuntura que afeta a vários setores da sociedade, e o que aqui nos interessa - o de transportes - é um dos principais dentre eles.

Mais especificamente, o chamado “novo normal” tem chamado cada vez mais a atenção ao crucial papel que o transporte limpo, sustentável e socialmente justo - alcançado, dentre outras formas, através da eletrificação - desempenha para uma transição em direção a economias mais alinhadas com as urgências e necessidades do nosso século.

Ainda temos um longo caminho a percorrer no Brasil. Nesta caminhada, é fundamental contar com ferramentas de conhecimento que apresentem dados, análises, fontes e cenários sofisticados que

permitam uma tomada de decisão fundamentada e consistente.

Este é um dos objetivos principais do 2º Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica, desenvolvido pela Barassa & Cruz Consulting e seus consultores associados e apresentado pela Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica (PNME): contribuir para o diálogo intersetorial da mobilidade elétrica a partir de bases científicas, fornecendo argumentos que sustentem uma visão articulada e possibilitem cumprir com os compromissos climáticos, reconhecendo as oportunidades e desafios do setor.

A partir de uma visão abrangente e multisetorial, este Anuário se propõe como uma referência nacional (e internacional) para os setores interessados na mobilidade elétrica brasileira, investigando e apresentando o estado de desenvolvimento da eletrificação no país e identificando caminhos e soluções tecnológicas potenciais para a sua expansão.

Este documento foi elaborado por especialistas com profundo conhecimento e vivência do setor, em um cuidadoso processo que envolveu não apenas profunda pesquisa, mas também a escuta direta dos setores representados na PNME - a academia, a indústria, o poder público e a sociedade civil. De tal forma, os próximos capítulos, construídos amplamente em função das visões, argumentos e posicionamento dos atores entrevistados, bem como de fontes secundárias de forma complementar, buscam trazer elementos para avançar nestas reflexões.

Nesta obra de referência, você poderá abordar o tema a partir de diferentes pontos de vista, que se materializam nos capítulos que se seguem:

O capítulo inicial aborda o contexto da mobilidade elétrica na América Latina, compreendendo como os países vizinhos ao Brasil estão estimulando a mobilidade elétrica nos diferentes modais, e as principais tendências e perspectivas de crescimento para a região.

O segundo capítulo trata das novidades do mercado, novas tecnologias e políticas públicas que contribuem para a expansão da mobilidade elétrica no país, trazendo reflexões sobre o papel das diferentes esferas governamentais brasileiras neste processo de transição.

O terceiro capítulo oferece um panorama da oferta, apresentando a visão de atores que oferecem produtos, serviços e soluções para a mobilidade elétrica, e identificando as principais iniciativas, projetos e gargalos que se apresentam em face à descarbonização da mobilidade.

Na sequência, o quarto capítulo traz uma visão dos diferentes atores do lado da demanda, envolvidos na eletrificação da mobilidade no Brasil, apresentando as experiências, jornadas e perspectivas daqueles que estão absorvendo a tecnologia em seus diferentes tipos de consumidores.

O quinto capítulo trata sobre como o poder público e as associações enxergam a mobilidade elétrica no Brasil, apresentando as impressões institucionais e internacionais de um conjunto relevante de atores que influenciam na tomada de decisão acerca da eletrificação, tanto na perspectiva da oferta como da demanda.

Por fim, o Anuário conclui trazendo as projeções de crescimento do mercado de mobilidade elétrica no Brasil, em seus segmentos de ônibus elétricos à bateria, veículos comerciais, veículos leves de passageiros, infraestrutura de recarga e micro mobilidade urbana.

Desejamos que o 2º Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica contribua para o desenvolvimento do ecossistema como um todo e também para o desenvolvimento das atividades de cada um dos atores e interessados neste assunto.

CAPÍTULO 1. CONTEXTO DA MOBILIDADE ELÉTRICA NA AMÉRICA LATINA: TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS



Tatiana Bermúdez Rodríguez¹

¹ Doutora em Política Científica e Tecnológica, IG/UNICAMP, pós-doutoranda do Departamento de Política Científica e Tecnológica, pesquisadora do Laboratório de Estudos do Veículo Elétrico (LEVE), IG/UNICAMP

1.1

Introdução

O Capítulo 1 do Segundo Anuário da Mobilidade Elétrica no Brasil aborda o Contexto da Mobilidade Elétrica na América Latina. O objetivo deste capítulo, que serve de introdução ao Anuário, é compreender como os países vizinhos ao Brasil estão estimulando a mobilidade elétrica nos diferentes modais, e as principais tendências e perspectivas de crescimento para a região.

Na primeira parte do capítulo, apresentam-se as principais motivações para o estímulo à eletromobilidade que contempla a importância da descarbonização dos sistemas de transporte terrestre e o cumprimento dos compromissos ambientais, principalmente das NDC (Contribuições Nacionalmente Determinadas); a relevância da matriz energética e elétrica limpa na região; e a presença de recursos minerais, como lítio e cobre, que são chaves para a produção de diferentes componentes para os veículos elétricos.

Posteriormente, são apresentadas as principais políticas públicas e instrumentos de estímulo à mobilidade elétrica, com destaque para os países que já têm estratégias e/ou leis específicas para a eletromobilidade, com metas de curto, médio e longo prazo. Nesta seção, também merece destaque a existência de associações nacionais de mobilidade elétrica em quase todos os países da região.

Na terceira parte do capítulo, apresentam-se os principais números de desenvolvimento do mercado da mobilidade elétrica, com foco nos ônibus elétricos a bateria e os novos modelos de negócio

implementados, o mercado dos veículos elétricos leves e uma visão da infraestrutura de recarga.

Finalmente, como parte das considerações do capítulo, apresenta-se uma reflexão sobre as principais lições aprendidas no contexto latino-americano e que podem ser chaves para o estímulo à mobilidade elétrica no Brasil, entendendo as particularidades do contexto brasileiro.

A metodologia utilizada para a construção deste capítulo foi através de uma consulta em fontes secundárias, principalmente as estratégias e/ou leis nacionais de mobilidade elétrica; relatórios internacionais de emissões de CO2 e de poluentes locais, relatórios da ONU, principalmente de Plataforma MOVE (*Movilidad Eléctrica Latinoamericana y el Caribe*), estatísticas das Associações de Mobilidade Elétrica, a Plataforma E-Bus Radar, artigos e notícias do Portal Movilidad, entre outros.

A recopilação das informações de fontes secundárias foi complementada com um conjunto de entrevistas a atores e instituições-chave, relacionadas com a mobilidade elétrica na América Latina, as quais permitiram identificar os desafios, oportunidades e lições aprendidas que podem ser implementadas e adaptadas para o caso brasileiro. Na Figura 1, apresenta-se um resumo dos atores/instituições entrevistadas e as fontes de informação secundária consultadas.

Figura 1. Fontes de informação primária e secundária consultadas



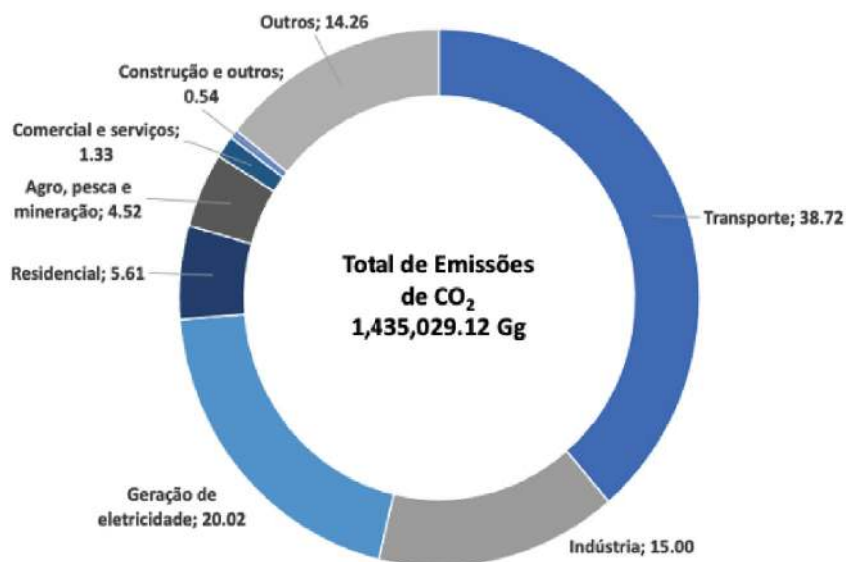
Fonte: elaboração própria

1.2

Motivações para o estímulo à Mobilidade Elétrica na América Latina

O tamanho da população na América Latina e no Caribe é de 649 milhões de pessoas, dos quais 81% mora nas cidades, razão pela qual é considerada uma das áreas mais urbanizadas do mundo depois da América do Norte, com 83% (THE WORLD BANK, 2020). O rápido crescimento da população nas zonas urbanas cria grandes demandas para o setor de transportes, que ainda é fortemente dependente de combustíveis fósseis (diesel e gasolina), além de um incremento nas taxas de motorização², o que gera graves problemas de tráfego urbano e aumento das emissões de CO₂ e de poluentes locais. De fato, o setor de transportes respondeu por 38,72% das emissões de CO₂ em 2020, sendo o setor com maior impacto nas mudanças climáticas na região (SISTEMA DE INFORMACIÓN ENERGÉTICA DE LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE SIELAC-OLADE, 2022) (Vide Gráfico 1).

Gráfico 1. Emissões de CO₂ por setores na América Latina e o Caribe 2020



Fonte: SISTEMA DE INFORMACIÓN ENERGÉTICA DE LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE SIELAC-OLADE, (2022).

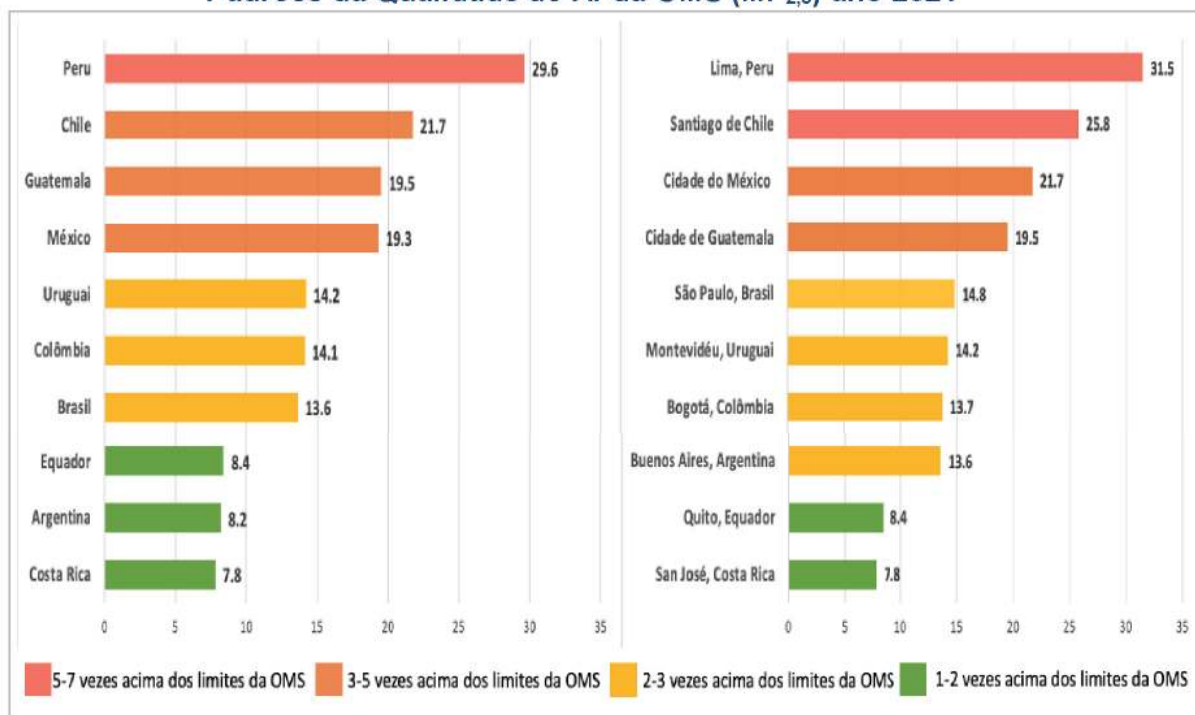
²No ano de 2015, a média de taxas de motorização dos países da América Latina e o Caribe era de 196 veículos por cada 1.000 habitantes, uma cifra acima da média mundial de 173 veículos para cada 1.000 habitantes (SLOCAT, 2022b).

geográficas das principais cidades da região geram uma alta concentração de poluentes locais, principalmente Material Particulado (MP 2,5), os quais têm um grave impacto na poluição atmosférica e no aumento de mortes prematuras e doenças crônicas associadas aos níveis de qualidade do ar. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), no ano de 2016, a exposição mundial ao Material Particulado (MP2,5) causou 4,2 milhões de mortes prematuras no mundo (WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION), 2022).

No ano de 2021, a OMS atualizou os Guias de Qualidade do Ar para os principais poluentes locais.

No caso específico do MP_{2,5}, que é considerado um dos poluentes mais perigosos para a saúde, a meta anual passou de 10 µg/m³ para 5 µg/m³. Segundo os dados do *World Air Quality Report 2021*, da IQ Air, das 174 cidades da região de América Latina e Caribe analisadas, só 12 cidades, as quais representam 2% da população, cumprem com os padrões de qualidade do ar da OMS. No Gráfico 2, apresenta-se o ranking dos países e das cidades da LATAM que estão acima dos limites estabelecidos pela OMS, especificamente nos níveis de Material Particulado (2,5).

Gráfico 2. Ranking dos países e cidades da América Latina com níveis acima dos Padrões da Qualidade do Ar da OMS (MP_{2,5}) ano 2021



Fonte: elaboração própria a partir do Ranking do IQAIR (2021)

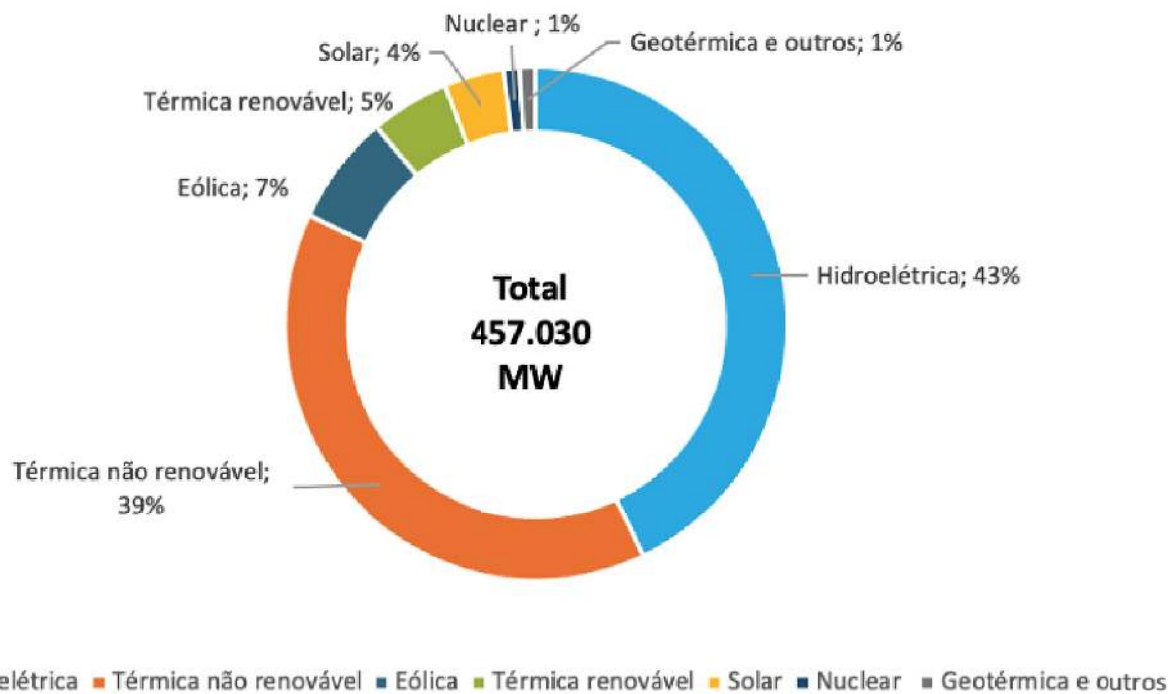
Segundo esses dados, quatro cidades da região estão entre 3 e 7 vezes acima dos padrões de qualidade do ar da OMS: Lima, Santiago de Chile, Cidade do México e Cidade de Guatemala, as quais também estão acima dos níveis de seu respectivo país.

Nesse contexto, duas das principais motivações para o estímulo da mobilidade elétrica na América Latina são: o impacto dos poluentes locais na saúde pública e a necessidade de descarbonizar os sistemas de transporte terrestre da região. Essas motivações ficam evidenciadas pelos países nas suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC), as quais estabeleceram objetivos e metas mais ambiciosas em relação ao combate às mudanças climáticas.

Dos 33 países da região, 24 têm apresentado NDC de segunda geração, e 27 países tem priorizado o setor de transportes para cumprir as metas de redução de emissões (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA), 2021). Nas NDC de segunda geração, 64% dos países têm metas associadas aos veículos de zero emissões, 14% contemplam metas de eficiência energética e 5% o uso de energias renováveis no transporte. Além disso, 37% dos países planejam implementar essas metas especificamente no transporte público (SLOCAT, 2022a).

Outra motivação para o estímulo à eletromobilidade é o predomínio de uma matriz energética e elétrica limpa na região, o que representa uma vantagem adicional para a implementação de modais elétricos e permitirá uma redução mais rápida das emissões de GEE associadas ao transporte, em comparação a outras regiões. No ano de 2020, as energias renováveis representavam 60% da capacidade instalada para geração elétrica, sendo que a energia hidroelétrica representava 43%, a energia eólica tinha uma participação de 7% e a energia solar representava 4% do total (HUB DE ENERGÍA, 2022) (Vide Gráfico 3)

Gráfico 3. Capacidade Instalada para geração elétrica na América Latina e o Caribe 2020 (MW%)



Fonte: HUB DE ENERGÍA, (2022) a partir da base de dados da OLADE-Sielac

Outro aspecto de destaque é a presença de recursos minerais como cobre e lítio, insumos fundamentais para a produção de diferentes componentes para veículos elétricos, principalmente baterias. Segundo estatísticas do U.S GEOLOGICAL SURVEY (2022), no mundo, há aproximadamente 89 milhões de toneladas de reservas de lítio. Três países da América Latina detêm as maiores reservas de lítio do mundo: Bolívia, com 24% do total (21 milhões de toneladas); Argentina, com 21,3% (19 milhões de toneladas); e Chile, com 11% (9,8 milhões de toneladas). Outros países da região também merecem destaque: México, com 2% (1,7 milhões de toneladas); Peru, com 1% (880.000 toneladas) e o Brasil, com 0,5% (470.000 toneladas).


Em relação ao cobre, o Chile se coloca como líder nas reservas mundiais, com 200 milhões de toneladas, ou 22,7% das reservas mundiais; Peru, com 92 milhões de toneladas (8,7%); e o México, com 53 milhões de toneladas (6%). A existência destas reservas pode ser uma oportunidade para desenvolver novos negócios para a fabricação local de componentes para VE e integração na cadeia de valor global.

Contudo, ainda há muitos desafios que devem ser superados para viabilizar a exploração destes minerais na região, principalmente em relação à implementação de políticas públicas que garantam a exploração sustentável e com menor impacto ambiental, a transparência na apropriação e distribuição dos ingressos derivados dessa atividade e o estímulo à criação de parcerias público-privadas entre empresas de mineração e empresas de tecnologia que viabilizem o fornecimento confiável, sustentável e diversificado desses minerais para fabricantes de VE e de baterias (U.S GEOLOGICAL SURVEY, 2022).

1.3 A mobilização dos países latino-americanos e suas políticas públicas e instrumentos de estímulo à mobilidade elétrica

1.3.1 Estratégias e Leis de Mobilidade Elétrica nos Países Latino-Americanos

O estímulo à mobilidade elétrica precisa de um conjunto de políticas públicas e instrumentos de caráter econômico, regulatório, de estímulo à infraestrutura de recarga, uso do espaço público, capacitação de recursos humanos e difusão dos benefícios da eletromobilidade, entre outros. Na região, destaca-se que seis países (Chile, Costa Rica, Colômbia, Equador, Panamá e República Dominicana) têm Estratégias Nacionais de Mobilidade Elétrica e/ou têm formulado leis específicas para o estímulo à eletromobilidade. No Quadro 1, apresentam-se os principais objetivos e uma breve descrição desses documentos de políticas públicas.

PAÍS	BREVE DESCRIÇÃO
COSTA RICA (2018) 	<p>Costa Rica foi o primeiro país da região a formular uma lei específica para a eletromobilidade, intitulada Lei nº 9518/2018 de incentivos e promoção para o transporte elétrico. O objetivo dessa lei é criar um marco normativo para regular a promoção do transporte público e fortalecer as políticas públicas para incentivar a mobilidade elétrica (COSTA RICA, 2018). Paralelamente, foi publicado o Plano Nacional de Transporte Elétrico 2018-2030 que estabelece um horizonte de planejamento de 12 anos e descreve as ações específicas para fortalecer o transporte elétrico na Costa Rica, segundo o estabelecido pela Lei 9518/2018 (MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA COSTA RICA; MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES; SECRETARIA DE PLANIFICACIÓN SUBSECTOR ENERGÍA, 2018). Outro documento de destaque é o Plano Nacional de Descarbonização 2018-2050, o qual estabelece metas de eletrificação para os diferentes segmentos de transporte e as ações-chave para cumprir com os compromissos climáticos e contribuir com a descarbonização da economia do país (GOBIERNO DE COSTA RICA, 2018).</p> <p>Além disso, no mês de junho de 2022, foi aprovada a Lei de Incentivos ao Transporte Verde, a qual estabelece isenções graduais dos impostos de valor agregado (IVA) para a compra de VE e dos impostos de importação dos VE. Ademais, essa Lei estabelece a isenção do IVA por 10 anos para as empresas montadoras de VE que tenham 20% de valor agregado nacional, com o objetivo de estimular a indústria nacional (PORTAL MOVILIDAD, 2022a).</p>

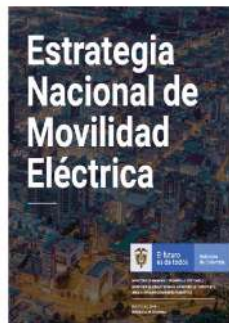
**CHILE
(2017/2022)**



No ano de 2017, foi formulada a Estratégia Nacional de Eletromobilidade, a qual tinha como objetivo definir as ações que o Chile deveria fazer no curto e médio prazo para ter 40% dos VE leves e 100% de ônibus elétricos para 2050. Devido ao fato que o país conseguiu avançar rapidamente no cumprimento destas metas, principalmente no que tange ao transporte público elétrico, no ano de 2021 foi feito um processo participativo que envolveu o setor público e o privado, o qual permitiu atualizar as metas de eletrificação da estratégia, com prazos mais ambiciosos, para os diferentes modais de transporte (MINISTERIO DE ENERGÍA DE CHILE, 2021). Além disso, foram definidas 54 ações estratégicas para cumprir com os objetivos e os atores responsáveis pela sua implementação. Segundo um dos nossos entrevistados, no Chile não foi publicada ainda uma lei específica de mobilidade elétrica porque o país já tem estímulos para a importação de VE com zero tarifas, e outras demandas de regulação relacionadas com a eletromobilidade têm sido solucionadas por meio de decretos e regulações específicas.

No Chile, também merecem destaque três políticas públicas no âmbito nacional que estabelecem metas para o estímulo à eletromobilidade: Ruta Energética (2018-2022); Metas de Neutralidade de Carbono para 2050 (2020) e a Lei de Eficiência Energética (2021). Esse conjunto de políticas ratificam os compromissos climáticos do Chile, a priorização da mobilidade elétrica e a meta de alcançar a neutralidade de carbono até 2050.

COLÔMBIA (2019)



No ano de 2019, o Governo da Colômbia publicou simultaneamente duas políticas nacionais de estímulo à mobilidade elétrica: a Lei 1.964 para a promoção do uso de veículos elétricos e a Estratégia Nacional de Mobilidade Elétrica (CONGRESO DE COLOMBIA, 2019; MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE; MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA; MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2019). Esses dois documentos estabelecem diferentes instrumentos de política pública e metas de eletrificação com destaque para a incorporação de 600.000 VE para 2030; 100% dos ônibus devem ser de zero-emissões para 2035; e 30% das frotas de veículos compradas ou contratadas pelo governo (nacional/local) devem ser elétricas para 2025.

No que tange aos instrumentos monetários, salientam-se descontos nos impostos de importação dos VE, redução nos impostos dos VE e descontos na Revisão Técnico-Mecânica e no Seguro Obrigatório de Acidentes de Trânsito (SOAT), os quais são obrigatórios para todos os veículos que circulam na Colômbia. Além disso, as entidades territoriais (municípios e estados) podem adotar outros incentivos, como descontos em impostos, isenções tributárias, tarifas diferenciais nos estacionamentos, entre outros. Em relação aos incentivos não monetários, destaca-se a isenção de medidas de circulação para os VE, como o rodízio (*pico y placa*), o dia sem carro (medida que é tomada até duas vezes

por ano nas principais cidades do país) e restrições de circulação ante emergências ambientais relacionadas com a qualidade do ar, entre outras. Outro incentivo de caráter não monetário é o estabelecimento de zonas preferenciais de estacionamento em entidades públicas e estabelecimentos comerciais, sendo obrigatório 2% das vagas para o estacionamento exclusivo de VE. Além dessas políticas, existem diferentes regulações e decretos que complementam as ações de estímulo à mobilidade elétrica, com foco nos incentivos tributários, padrões técnicos para infraestrutura de recarga, descontos na tarifa de energia elétrica para a recarga de VE, entre outros.

PANAMÁ (2019)



No ano de 2019, foi publicada a Estratégia Nacional de Mobilidade Elétrica de Panamá (2019), a qual define quatro diretrizes estratégicas para o estímulo aos veículos elétricos: governança, normatividade, setores estratégicos e educação. Nessa estratégia, também foram definidas metas de eletrificação para veículos leves, ônibus, frotas públicas e porcentagens de vendas de veículos elétricos.

Posteriormente, em abril de 2022, foi publicada a Lei nº 295 que estabelece um marco normativo para o desenvolvimento e operação da mobilidade elétrica no Panamá. O objetivo principal da lei é reduzir as emissões de GEE, promover a mobilidade elétrica e o uso de energias renováveis como ferramentas de transição energética no transporte terrestre. A Lei de Mobilidade Elétrica estabelece metas mais ambiciosas (em relação à estratégia) para a troca de frotas oficiais e de transporte público por veículos elétricos. Além disso, define um conjunto de incentivos fiscais e não monetários para o uso de VE, autoriza a comercialização de energia para a recarga de VE, define as condições para instalar infraestrutura de recarga em novas construções, entre outros.

REPÚBLICA DOMINICANA (2020)



No ano de 2020, a República Dominicana publicou o Plano Estratégico Nacional de Mobilidade Elétrica, que tem como objetivo viabilizar a massificação de veículos movidos a energias renováveis, como parte dos compromissos de redução de emissões de GEE e para diminuir a dependência das importações de combustíveis fósseis. Esse Plano também promove o desenvolvimento da infraestrutura de recarga para VE no nível urbano e interurbano e impulsiona a transformação tecnológica através do estabelecimento de metas para a implementação gradual de VE em frotas públicas e privadas. Para cada eixo temático do Plano, foram definidas linhas de ação, ações estratégicas e atores responsáveis por sua implementação.

No Plano, tem destaque a criação de um Grupo Técnico Interministerial de Mobilidade Elétrica, que tem como objetivo ser a coordenação técnica entre entidades públicas e privadas e assessorar a tomada de decisões de política pública relacionadas com os instrumentos para o estímulo à eletromobilidade (INSTITUTO NACIONAL DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE TERRESTRE (INTRANT); BID (BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO), 2020).

Até junho de 2022, estava em tramitação no Congresso da República Dominicana um projeto de lei de incentivos aos veículos elétricos, que estabelece benefícios tributários para a importação de VE e isenções do imposto de valor agregado (IVA) para os veículos elétricos (PORTAL MOVILIDAD, 2022b).

EQUADOR (2021)



No ano de 2021, foi publicada a Estratégia Nacional de Eletromobilidade para o Equador (2021) a qual tem como objetivo: “Contribuir para a descarbonização e para a sustentabilidade do transporte terrestre no Equador e se converter num instrumento estruturador de todas as políticas e ações no nível nacional e local para a adoção da eletromobilidade, com o alvo de reduzir as emissões de poluentes, incrementar a eficiência energética, gerar ganhos econômicos para o governo e benefícios para a saúde” (BID; ECUADOR, 2021).

Essa Estratégia estimou benefícios econômicos para o Governo Nacional de, aproximadamente, US\$ 7.243 milhões pela redução da importação de combustíveis fósseis (gasolina, diesel) e economias pela redução de emissões de CO₂ e poluentes locais, como Material Particulado (MP 2,5) e Óxidos de Nitrogênio (NO_x). Além disso, a Estratégia contempla a criação de 10 mil empregos associados à instalação, manutenção e operação da rede de recarga e pela manutenção de VE.

Fonte: elaboração própria a partir dos documentos de políticas públicas de estímulo à mobilidade elétrica

Como se evidenciou no Quadro 1, a maioria dos países que já têm uma estratégia nacional de mobilidade elétrica também têm uma lei específica de incentivos à eletromobilidade (ou está em processo de tramitação), a qual se constitui como um marco regulatório que garante que os estímulos monetários e não monetários sejam implementados como uma política de Estado e não se modifique na medida em que mudam os governos.

Um ponto chave dessas estratégias/leis é a definição de metas de curto, médio e longo prazo (2050) para cumprir com diferentes porcentagens de frota elétrica no transporte público, veículos elétricos leves, frotas públicas, taxis elétricos e caminhões elétricos (Vide quadro na sequência). A definição de metas permite ter uma visão de futuro do papel da mobilidade elétrica em cada país e das ações necessárias para alcançá-las. Tem destaque as metas estabelecidas pelo Chile e pela Colômbia para ter 100% de ônibus elétricos até 2035 nos seus sistemas de transporte público. No caso da Costa Rica, até 2050 há a meta de se ter 100% de ônibus elétricos, 100% das vendas de VE, 100% de taxis elétricos e 60% das frotas públicas com VE.



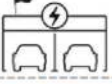


O estabelecimento de estratégias/planos/lei de mobilidade elétrica em diferentes níveis e horizontes de tempo e com metas de longo prazo são um instrumento-chave para articular esforços, facilitar o diálogo entre os diferentes atores e promover ações coordenadas para essa transição. Esses instrumentos têm sido fundamentais para o crescimento do número de VE, com destaque para os ônibus elétricos a bateria nos países da região. Além disso, o estabelecimento desses planos ajuda a reduzir as incertezas acerca dos VE, o que é necessário para empreender novos negócios em torno da mobilidade elétrica (CONSONI et al., 2022).

“No caso da Colômbia, foi criada uma mesa inter-setorial de transporte sustentável na qual participam diferentes ministérios, como o Ministério de Minas e Energia, Ministério de Transporte, Ministério do Meio Ambiente e outras instituições técnicas como UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética), na qual se discutem as ações e necessidades de regulação em mobilidade elétrica, principalmente em temas de infraestrutura de recarga. Essa articulação tem sido fundamental para estabelecer um roadmap das políticas públicas que são chaves para estimular a eletromobilidade e o cumprimento das metas estabelecidas nos diferentes segmentos de transporte”.

Funcionária do Ministério de Minas e Energia da Colômbia

Assim como aconteceu no caso do Chile e do Panamá, é importante que os governos realizem um monitoramento e avaliação das metas estabelecidas e, caso seja necessário, façam atualizações na medida em que a tecnologia avance e que o mercado e o estoque dos veículos elétricos aumentem. Também é importante revisar e fazer os ajustes aos incentivos monetários e tributários para a compra de VE, de acordo com o crescimento do mercado.

Figura 2. Metas de implementação de modais elétricos em países da América Latina e Caribe

Tipo de VE	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Transporte Público por Ônibus 	Equador: 3-5% Colômbia: Mínimo 10% Panamá: Mínimo 10%-20% (2027)	Equador: 20-30% Colômbia: Mínimo 60% Panamá: Mínimo 33% Rep. Dominicana: 30%	Colômbia: 100% Chile: 100% novos ônibus Costa Rica: 70%	Equador: 60-70%		Rep. Dominicana: 100% Costa Rica: 100%
Veículos Elétricos Leves 	Equador: 0,2-0,5%	Colômbia: 600 mil VE Equador: 3-5% Panamá: 10%-20% da frota e 25-40% das vendas Rep. Dominicana: 10%	Chile: 100% das vendas Costa Rica: 25%	Equador: 20-25%		Rep. Dominicana: 70% Costa Rica: 100% das vendas e 60% da frota
Frotas públicas 	Colômbia: 30% de VE Panamá: Mínimo 10%-25% (2027)	Panamá: 40% Rep. Dominicana: 30%				Rep. Dominicana: 100% Costa Rica: 60%
Taxis Elétricos 	Equador: 2-4%	Equador: 15-20%	Chile: 100% das vendas Costa Rica: 70%	Equador: 55-60%		Costa Rica: 100%
Caminhões Elétricos 	Equador: 1-3%	Equador: 5-10% Rep. Dominicana: 10%		Equador: 30-40% Chile: 100% das vendas de maquinária para construção	Chile: 100% vendas de caminhões e ônibus rodoviários	Rep. Dominicana: 50%

Fonte: elaboração própria a partir das metas estabelecidas nas Estratégias de Mobilidade Elétrica e/ou Leis de Mobilidade Elétrica

A Figura 3 resume os eixos temáticos presentes nos planos/estratégias nacionais de mobilidade elétrica dos países da América Latina. Esses documentos de política pública têm pontos em comum, principalmente relacionados com a necessidade de estabelecer um marco normativo e instrumentos regulatórios para o desenvolvimento, fomento e operação da mobilidade elétrica em cada país. Ademais, esses documentos definem setores estratégicos para o impulso da mobilidade elétrica, com destaque para o transporte público e as frotas do governo com VE.

Figura 3. Eixos temáticos das Estratégias de Mobilidade Elétrica dos Países da América Latina

Eixos Temáticos das Estratégias de Mobilidade Elétrica dos Países da América Latina					
Costa Rica (2018)	Transporte Privado (leves) Elétrico	Frotas do Governo com Veículos Elétricos	Eletrificação do Transporte Público		
Chile (2021)	Meios de transporte sustentável e financiamento	Infraestrutura de carga e regulação	Pesquisa e Capital Humano	Difusão, informação e articulação	
Colômbia (2019)	Instrumentos regulatórios e de política	Instrumentos econômicos e de mercado	Instrumentos técnicos e tecnológicos	Instrumentos de infraestrutura e planejamento territorial	
Panamá (2019)	Marco Normativo e Regulatório (infra e monetários)	Governança	Setores Estratégicos (ônibus, VE leves, Frotas Públicas)	Educação (P&D, Formação, Difusão)	
Rep. Dominicana (2020)	Marco Regulatório	Capacidades profissionais e Institucionais	Veículos públicos e Privados	Infraestrutura de recarga	
Equador (2021)	Governança e Política Pública	Econômico e de Mercado	Técnico e infraestrutura	Educação e Comunicação	Gestão da Estratégia

Fonte: CONSONI et al. (2022)

Além disso, esses documentos definem um conjunto de instrumentos monetários e não monetários para a promoção do mercado dos VE, com foco na criação de novos negócios. Outros destaques incluem a infraestrutura de recarga e a definição de diretrizes técnicas e de padronização dos carregadores para VE. Tais instrumentos são fundamentais para sinalizar o mercado da mobilidade elétrica, o que também está diretamente relacionado com o planejamento territorial para a instalação da infraestrutura de recarga pública.

Outro ponto de destaque são os mecanismos de difusão e de comunicação sobre os benefícios da mobilidade elétrica, assim como programas de P&D e de formação de capacidades profissionais e institucionais para atender às demandas desse mercado e para o fomento de novos modelos de negócio associados à eletromobilidade.

1.3.2 Associações Latino-Americanas de Mobilidade Elétrica

No quesito de difusão e compartilhamento da informação, merece destaque que, na maioria dos países da região, há Associações de Mobilidade Elétrica, as quais articulam atores públicos e privados que envolvem montadoras de veículos, importadores de VE, centros de P&D, universidades, usuários, empresas de energia elétrica e de infraestrutura, empresas de componentes para veículos elétricos, entre outros. Uma das principais ações dessas associações é a difusão de conhecimento e informações sobre os benefícios da mobilidade elétrica e o intercâmbio

de experiências sobre a implementação de projetos piloto. Permanentemente, fazem palestras virtuais (*webinars*) e conferências para apresentar os avanços dos países e das cidades em torno desse tema.

Salienta-se a criação da associação ALAMOS (*Asociación Latinoamericana de Movilidad Sostenible*) que agrupa a maioria das associações de mobilidade elétrica na região (com exceção da ABVE) (Vide Quadro 2).

	ALAMOS: Asociación Latinoamericana de Movilidad Sostenible. Presidência atual: AVEC Chile.
	Argentina: Asociación Argentina de Vehículos Eléctricos y Alternativos (AAVE)
	Brasil: Associação Brasileira dos proprietários de veículos elétricos inovadores (ABRAVEi)
	Brasil: Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE)

	<p>Colômbia: Asociación Nacional de Movilidad Sostenible (ANDEMOS)</p>
	<p>Chile: Asociación Gremial de Vehículos Eléctricos de Chile (AVEC)</p>
	<p>Costa Rica: Asociación Costarricense de Movilidad Eléctrica (ASOMOVE)</p>
	<p>Ecuador: Asociación Ecuatoriana de Movilidad Eléctrica y Sostenible (ASECMOVEL)</p>
	<p>Guatemala: Asociación de Movilidad Eléctrica de Guatemala (AMEGUA)</p>
	<p>México: Asociación Nacional de Vehículos Eléctricos y Sustentables A.C (ANVES)</p>
	<p>Paraguay: Asociación Paraguaya de Vehículos Eléctricos (APVE)</p>
	<p>Peru: Asociación Empresarial para el Desarrollo e Impulso del Vehículo Eléctrico (AEDIVE)</p>



República Dominicana: Asociación de Movilidad Eléctrica Dominicana (ASOMOEDO)



Uruguai: Asociación Uruguaya de Energías Renovables (AUDER)

Fonte: Programa das Nações Unidas Para o Meio Ambiente (PNUMA, 2019) e sites das respectivas associações de mobilidade elétrica da América Latina

De acordo com um de nossos entrevistados, líder do ALAMOS e da AVEC do Chile, esses tipos de associações de mobilidade elétrica surgiram pela necessidade de informação por parte dos *early adopters* de veículos elétricos e para se organizar e apresentar propostas de regulações e políticas públicas de estímulo à eletromobilidade ante os governos de cada país. Especificamente sobre a criação do ALAMOS, no ano de 2019 aconteceu uma reunião entre várias associações de mobilidade elétrica da América Latina, na qual se definiu a necessidade de criar uma organização ao nível latino-americano que agruparia essas associações com o objetivo de alinhar as ações, compartilhar informações e experiências em mobilidade elétrica e promover políticas públicas e normativas entre os diferentes países, para criar um ecossistema de mobilidade elétrica na região.

“ALAMOS está trabalhando com uma perspectiva de desenvolvimento regional da mobilidade elétrica que fomente a transferência de conhecimento e estimule a criação de normativas regionais que sejam coerentes, principalmente em relação à interoperabilidade da infraestrutura de recarga entre os países, mas que leve em conta o contexto de cada país”.

Presidente do ALAMOS

1.3.2 Associações Latino-Americanas de Mobilidade Elétrica

Além dos seis países que já têm uma lei/estratégia específica para o estímulo à mobilidade elétrica, uma parte dos países da região está trabalhando na definição de instrumentos de política pública e metas de eletromobilidade em todos os modais de transporte.

No caso da Argentina, desde 2021, está em discussão um projeto de lei de promoção à mobilidade sustentável, o qual estabelece a meta que, a partir do ano 2041, não poderão ser comercializados veículos com MCI na Argentina. O projeto de lei tem foco na produção de autopeças e infraestrutura de recarga para os VE, o estabelecimento de benefícios fiscais para a instalação de projetos produtivos de mobilidade sustentável, além de benefícios para a compra de VE para frotas públicas e transporte público (MINISTERIO DE DESARROLLO PRODUCTIVO DE ARGENTINA, 2021).

Por sua vez, o Uruguai, embora não tenha uma lei ou estratégia nacional direcionada especificamente à mobilidade elétrica, tem um conjunto de instrumentos de política pública que contemplam estímulos à eletromobilidade e que permitem aproveitar sua matriz energética, que é predominantemente composta por fontes renováveis e limpas. Tem destaque as seguintes políticas: i) Política Energética 2005-2030, a qual promove sistemas de transporte público eficientes, a implementação de tecnologias elétricas e o uso de VE no transporte de carga; ii) Plano Nacional de Eficiência Energética; no cenário de eficiência energética, para 2024, existe a meta de ter 8% de VE leves em sua frota; guia sobre mobilidade elétrica no Uruguai: documento que apresenta recomendações para que as cidades do Uruguai estimulem a mobilidade urbana com veículos elétricos para o transporte de carga e de passageiros (HINICIO; EUROCLIMA; GIZ, 2022).

Em relação à Bolívia, em 2021, foi publicado o Decreto Supremo nº 4529 o qual define um conjunto de incentivos tributários e financeiros para a fabricação, montagem, importação e compra de veículos elétricos e híbridos e maquinaria agrícola elétrica e híbrida (ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA, 2021).

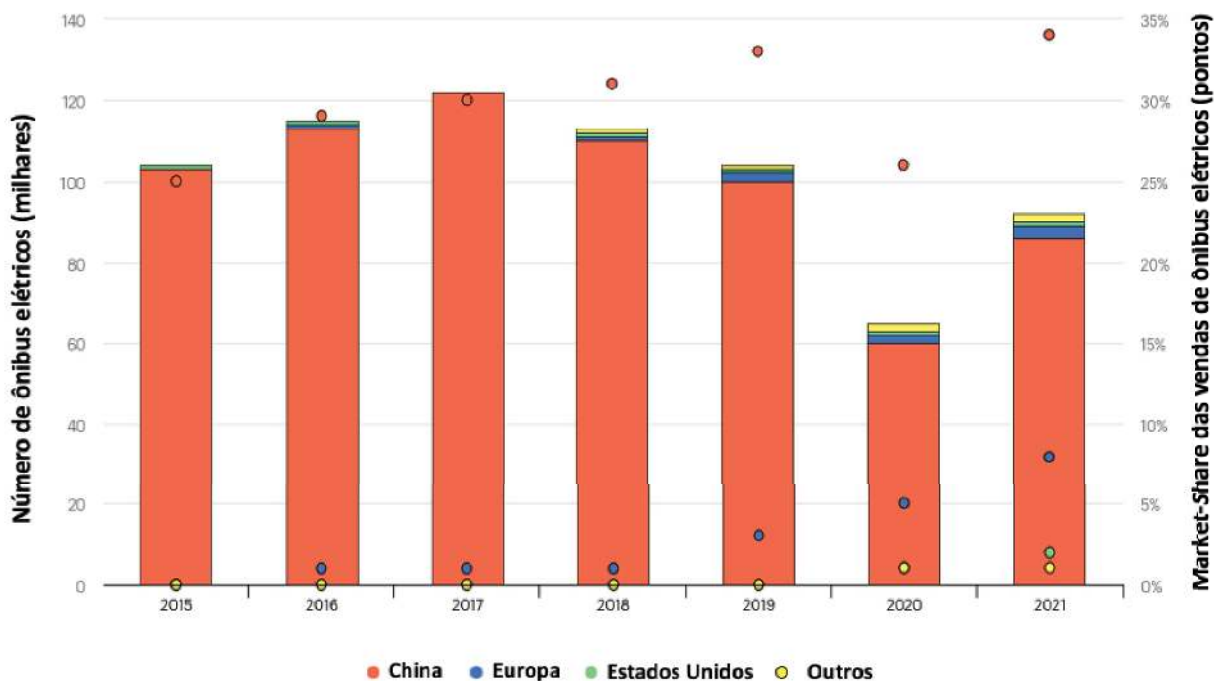
1.4 Desenvolvimento de mercado e dinâmica tecnológica LATAM (alertas e fatos)

Nesta seção, apresenta-se o mercado da mobilidade elétrica na América Latina no que tange à três segmentos principais: ônibus elétricos a bateria, veículos elétricos leves e infraestrutura de recarga

1.4.1 Ônibus elétricos e suas tecnologias nos países da América Latina: mercado e difusão

Um dos principais destaques da mobilidade elétrica na América Latina é o crescimento do número de ônibus elétricos a bateria que operam nas cidades da região. Segundo o EV Outlook 2022, em todo o mundo há, aproximadamente, 670.000 ônibus elétricos a bateria, que representam 4% do total da frota (IEA, 2022). A China tem 98% do mercado de ônibus elétricos, com destaque para a cidade de Shenzhen cuja frota é toda eletrificada, com 16.500 ônibus elétricos a bateria. Embora em 2020 houve uma redução no número de ônibus elétricos, em 2021 se observa uma recuperação no mercado, principalmente em países europeus (Vide Figura 4).

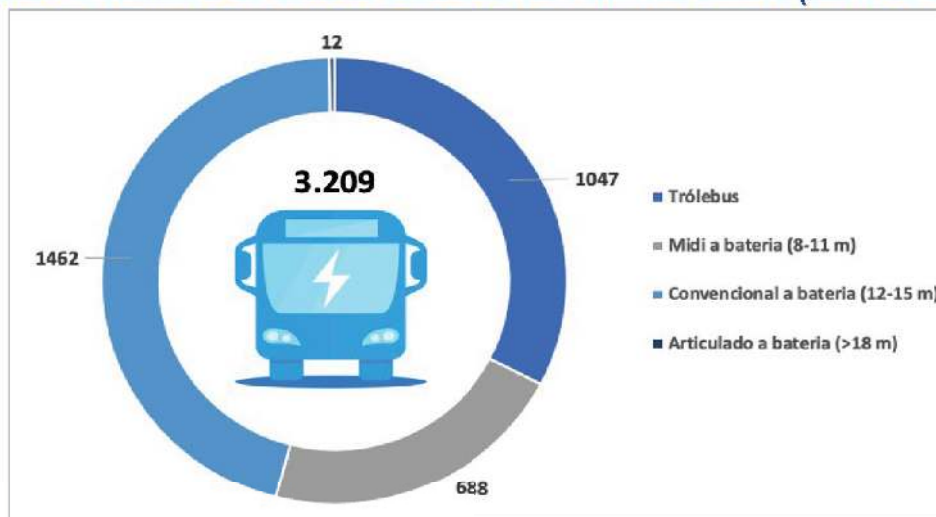
Figura 4. Mercado de ônibus elétricos a bateria no mundo (2015-2021) e participação das vendas de ônibus elétricos por região



Fonte: EV Outlook 2022 (IEA, 2022)

A América do Sul é uma das regiões com maior crescimento na frota de ônibus elétricos a bateria, principalmente nas cidades de Santiago de Chile e Bogotá, na Colômbia. Segundo os dados da Plataforma E-Bus Radar, que monitora o número de ônibus elétricos (a bateria e trólebus), até abril de 2022, a região tinha 3.200 ônibus elétricos, dos quais 1.047 são trólebus e 2.165 são ônibus elétricos a bateria. A maioria destes ônibus são tipo *padron* (12-15 metros), e fazem a recarga nas garagens das empresas operadoras (Vide Gráfico 4).

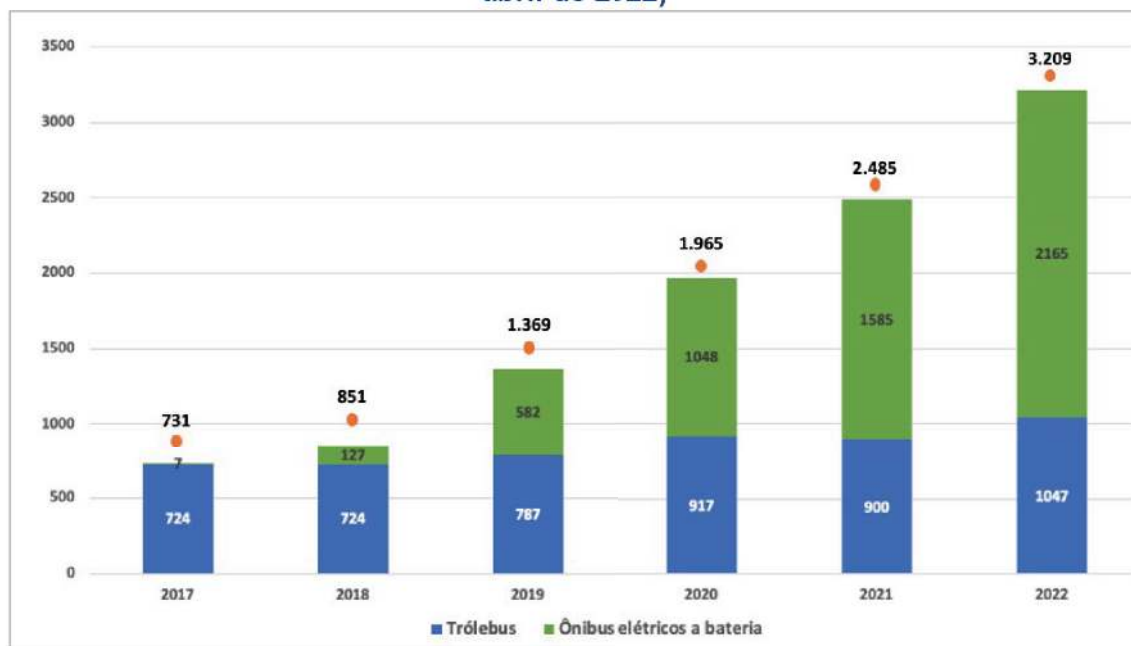
Gráfico 4. Número de ônibus elétricos na América Latina (abril de 2022)



Fonte: Plataforma E-Bus Radar (2022) (LABMOB, 2022).

No Gráfico 5, observa-se a evolução do mercado de ônibus elétricos no período de 2017 a abril de 2022, que evidencia um crescimento de 338%, sendo que os ônibus elétricos a bateria apresentam um crescimento exponencial no período, passando de 7 ônibus em 2017 a 2.165 até abril de 2022. Por sua vez, o número de trólebus tem permanecido relativamente estável. Contudo, o número de ônibus elétricos corresponde a 3,69% dos ônibus urbanos nas cidades que fazem parte da Plataforma E-Bus Radar.

Gráfico 5. Evolução do número de ônibus elétricos na América Latina (de 2017 a abril de 2022)



Fonte: Plataforma E-Bus Radar (2022)

O crescimento desse mercado é liderado pelas cidades de Santiago de Chile e Bogotá, na Colômbia, que, juntas, terão a maior frota de ônibus elétricos fora da China, com aproximadamente 3.200 ônibus elétricos a bateria até o final de 2022. No caso do Brasil, segundo os dados da Plataforma E-Bus Radar, o crescimento do transporte público eletrificado é ainda tímido, com um total de 302 trólebus e 49 ônibus elétricos a bateria em todo o país.

Em relação aos trólebus, a Cidade do México ainda aposta nessa tecnologia, já que permite aproveitar a infraestrutura já instalada e a experiência na

operação dos trólebus. Contudo, a Cidade do México já possui 10 ônibus elétricos a bateria em operação (articulados, de 18 metros) e planeja fazer a aquisição de mais 50 ônibus elétricos a bateria até março de 2023 (PORTAL MOVILIDAD, 2022c).

De fato, a maioria dos países da América Latina têm pelo menos 2 ônibus elétricos em operação, principalmente como parte de projetos demonstrativos para avaliar o desempenho da tecnologia e, posteriormente, formular processos licitatórios de transporte público com essa tecnologia (Vide Quadro 3).

Quadro 3. Número de ônibus elétricos nos países da América Latina e o Caribe (abril de 2022)

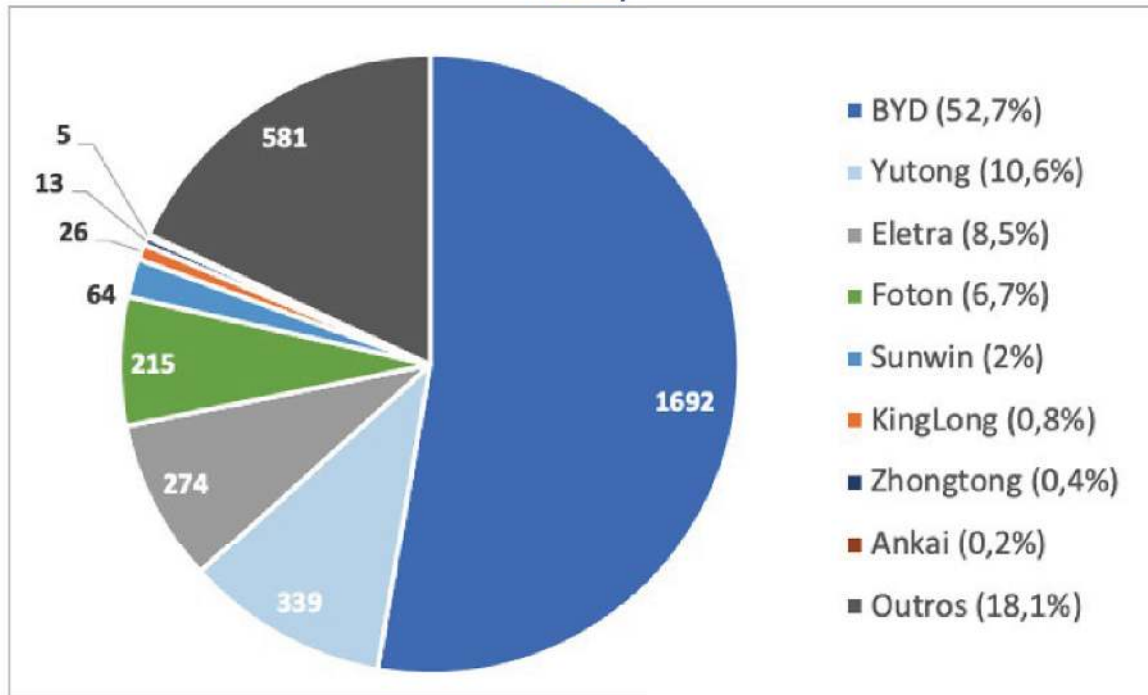
PAÍS	Número de ônibus elétricos/Licitações em andamento
ARGENTINA	18 ônibus elétricos a bateria operando em Mendoza e 77 trólebus em Córdoba e Rosário.
BARBADOS	33 ônibus elétricos a bateria em operação.
BRASIL	302 trólebus; 49 ônibus elétricos a bateria em diferentes cidades do país: São Paulo (18) Campinas (15); Brasília (6), entre outros.
CHILE	776 ônibus elétricos em operação em Santiago, 13 ônibus elétricos em outras cidades e 30 trólebus em Valparaíso. Licitação de 991 ônibus elétricos a bateria aprovada.
COLÔMBIA	Medellín (69 ônibus); Cali (35); Bogotá (1.061 em operação e 1.485 contratados em Transmilenio até final de 2022).

COSTA RICA	Três ônibus elétricos em demonstração e mais 3 em processo de implementação.
COSTA RICA	Três ônibus elétricos em demonstração e mais 3 em processo de implementação.
EQUADOR	20 ônibus elétricos em Guayaquil, 1 em Santa Cruz e 85 trólebus em Quito.
MÉXICO	CDMX 483 trólebus e 10 ônibus elétricos a bateria. Guadalajara: 38 ônibus elétricos e 25 trólebus. Licitação de 50 ônibus elétricos na Cidade do México.
PANAMÁ	Aprovada a licitação para a compra de 5 ônibus elétricos que operarão no Casco Antigo da Cidade do Panamá.
PARAGUAI	2 ônibus elétricos operando em Asunción.
PERU	3 ônibus elétricos em demonstração em Lima e Arequipa.
URUGUAI	34 ônibus elétricos a bateria operando em Montevidéu e 5 em Canelones.
VENEZUELA	45 trólebus operando em Mérida.

Fonte: Plataforma E-Bus Radar (2022) e notícias do Portal Movilidad (2022)

No que tange aos fabricantes dos ônibus elétricos que operam na região, a maioria dos ônibus são importados diretamente da China, com pouco ou nulo valor agregado nacional. Tem destaque a empresa chinesa BYD, com 52,7% do mercado da região, seguido da Yutong, com 10,6%, e a empresa brasileira Eletra, com 8,5%, principalmente por sua frota de trólebus que opera no município de São Paulo (Vide Gráfico 6).

Gráfico 6. Número de ônibus elétricos na América Latina por fabricante (abril de 2022)



Fonte: Plataforma E-Bus Radar (2022)

A liderança de empresas chinesas no mercado de ônibus elétricos na América Latina deve ser um alerta para a indústria de ônibus instalada no Brasil, que, historicamente, tem liderado as exportações de ônibus urbanos para o mercado da América Latina.

No contexto latino-americano do transporte público de zero emissões, merecem destaque dois projetos liderados por parcerias entre instituições internacionais com foco na inserção de ônibus elétricos a bateria em diferentes cidades da América Latina. O primeiro é o Projeto ZEBRA (*Zero Emission Bus Deployment accelerator*) que tem como objetivo acelerar a implementação de ônibus de zero emissão em quatro cidades latino-americanas: Cidade do México, Medellín (Colômbia), Santiago de Chile e São Paulo (Brasil). Para cumprir com esse objetivo, o projeto trabalha em parceria para superar as principais barreiras da eletromobilidade

no transporte público: disponibilidade de tecnologia de zero emissões e disponibilidade de fundos para investir. O projeto ZEBRA é financiado pelo P4G (*Partnering for Green Growth and the Global Goals 2030*), liderado pelo ICCT (The International Council on Clean Transportation) e a C40 Cities com o apoio da WRI (*World Resources Institute*) e o Centro Mario Molina de Chile.

O Segundo projeto é o TUMI (*Transformative Urban Mobility Initiative*), que apoiará 20 cidades *deep dive* do Sul Global na sua transição para a inserção de ônibus elétricos. A partir da experiência nestas 20 cidades, será realizada a expansão destes esforços para 500 cidades aprendizes até 2025, com o objetivo de adquirir mais de 100.000 ônibus elétricos, o que permitirá a redução de mais de 15 megatoneladas de emissões de CO₂. As cidades latino-americanas que participam na primeira fase desse projeto são: Cidade do México, Monterrey

e Guadalajara, no México; Bogotá, Barranquilla e Valledupar, na Colômbia; São Paulo, Campinas, Rio de Janeiro, Curitiba e Salvador, no Brasil. O TUMI E-Bus Mission é financiado pelo Ministério Alemão de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ) em parceria com GIZ, C40 Cities, ICCT, WRI, ITDP (*The Institute for Transportation and Development Policy*), ICLEI (*Local Governments for Sustainability*) e o UITP (*The International Association of Public Transport*) (TUMI E-BUS MISSION, 2022).

Esses tipos de projetos de apoio à inserção de ônibus elétricos nas cidades da América Latina são estratégicos para o compartilhamento de conhecimento, difusão de informações sobre as diferentes iniciativas, assistência técnica para as cidades, estudos técnicos de TCO (Custo Total de Propriedade) entre ônibus elétricos e ônibus a Diesel, realização de missões nas cidades mais evoluídas, definição de metas de implementação de ônibus elétricos, viabilização dos investimentos nessas tecnologias de transporte limpo, entre outros.

1.4.2. Implementação de ônibus elétricos a bateria na cidade de Bogotá, Colômbia

O Sistema Transmilenio é um dos BRT (Bus Rapid Transit) mais importantes do mundo, tanto em cobertura quanto no tamanho da frota de ônibus urbanos. Transmilenio tem uma cobertura de 114,4 km no seu sistema BRT (troncal), 2.060,04 km de cobertura no seu sistema zonal e 443,71 km no seu sistema complementar (alimentação). Em relação à frota de ônibus, até abril de 2022, o Transmilenio tinha uma frota de 2.364 ônibus no seu sistema BRT; 3.036 ônibus no sistema zonal e 941 ônibus no seu sistema complementar (TRANSMILENIO, 2022).

Desde o ano 2013, o sistema Transmilenio começou projetos pilotos com ônibus elétricos e ônibus híbridos de diferentes capacidades para testar o desempenho dessas tecnologias nas condições da operação da cidade de Bogotá. O processo de incorporação dos ônibus de baixa emissão em Bogotá tem sido por meio de licitações públicas lideradas pelo Transmilenio e pela Prefeitura de Bogotá. Desde o ano 2019, foram estruturadas e publicadas licitações públicas para a renovação da frota para o sistema principal (troncal) e zonal (SITP), as quais contemplavam as tecnologias Euro VI e ônibus elétricos a bateria (TRANSMILENIO, 2020).

Como resultado desses processos licitatórios, Transmilenio já tem contratados para o sistema zonal a incorporação de 1.485 ônibus elétricos a

bateria até 2022, dos quais 1.061 estão atualmente em circulação. Além disso, no sistema principal, já opera uma frota de ônibus a gás natural (Scania), ônibus Euro V com filtros de partículas (Volvo) e ônibus híbridos (Volvo).

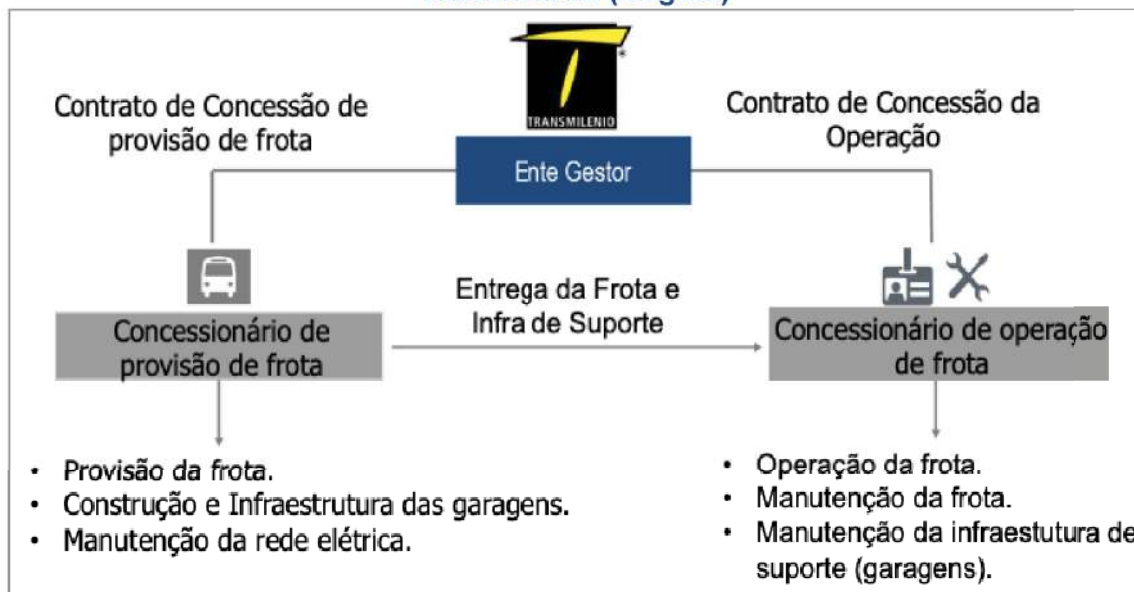
A duração do contrato para os ônibus elétricos a bateria é de 15 anos, que é maior que os contratos estabelecidos para ônibus a Gás Natural Veicular (12 anos) e ônibus a Diesel (10 anos), o que é uma vantagem adicional para os operadores e empresas interessadas em licitar a tecnologia de ônibus elétricos a bateria.

Os processos de licitação contemplaram a criação de novos modelos de negócio, os quais dividiram os contratos de concessão entre o fornecimento da frota CAPEX (*capital expenditure*) e a operação OPEX (*operational expenditure*) (TRANSMILENIO, 2020). Isso permitiu a entrada de novos atores como empresas de energia elétrica (Enel X, Celsia) e da empresa Terpel, as quais, além do financiamento da frota, também construíram as garagens (6 garagens construídas), os pontos de recarga para os ônibus elétricos e fornecem energia elétrica para a recarga dos ônibus.

Nesse modelo de negócio, os fornecedores financiam, adquirem e mantêm as frotas, disponibilizando os ônibus elétricos para as operadoras sob contratos de longo prazo. Embora as licitações sejam

diferentes, as propostas devem ser apresentadas em consórcios entre os operadores de frota e os fornecedores de frota. Uma vez que a licitação é outorgada, é necessário estabelecer contratos bilaterais entre as empresas ganhadoras para o cumprimento das obrigações. Na Figura 5, apresenta-se como está estruturado o Modelo de Negócio que permitiu a implementação de ônibus elétricos a bateria em grande escala em Bogotá.

Figura 5. Modelo de negócio da implementação de ônibus elétricos a bateria em Transmilenio (Bogotá)



Fonte: adaptado de Transmilenio (2020)

Embora as responsabilidades entre a operação e a provisão de frota estavam separadas nos contratos da licitação, a empresa operadora Green Móvil participou, de forma simultânea, tanto da operação como da aquisição dos ônibus elétricos, já que tinha toda a experiência na operação e, além disso, tinha como sócio a empresa Transdev, que financiou a compra dos ônibus.

Outro ponto de destaque nessas licitações é que as empresas que apresentaram propostas de ônibus elétricos que incorporaram carrocerias nacionais tinham uma maior pontuação no processo licitatório. Assim, dos 1.485 ônibus elétricos contratados da empresa BYD, 1.002 terão carrocerias nacionais das empresas Marcopolo e Busscar. Essas parcerias entre empresas de chassis e carrocerias nacionais tem como objetivo reativar a economia e a indústria nacional de carrocerias, além de desenvolver novas capacidades para futuras licitações de ônibus elétricos em outras cidades da Colômbia e da região.

“O processo de montagem entre o chassi importado da China pela BYD e a carroceria da empresa Marcopolo não foi complexo, já que a empresa Marcopolo conseguiu fazer todos os ajustes necessários para as características de operação de Bogotá. Além disso, ter uma empresa parceira nacional garante a cadeia de fornecimento de autopeças, o que é uma vantagem para a operação da frota”.

Gerente da Empresa Operadora Green Móvil

Em relação à infraestrutura de recarga para os ônibus elétricos, atualmente, há 6 garagens construídas em diferentes pontos da cidade de Bogotá. Essa infraestrutura de recarga inclui carregadores duplos, zonas de manutenção, zonas de lavagem, área de tecnologia para a manutenção dos componentes de comunicação dos ônibus e zonas de estacionamento de veículos e bicicletas.

“Um dos grandes desafios para a incorporação de ônibus elétricos na cidade de Bogotá foi a necessidade de criar uma infraestrutura de recarga do zero e achar um terreno com uma grande extensão em metros quadrados para fazer a montagem das garagens. O estabelecimento de parcerias com fornecedores de componentes nacionais e regionais foi chave para a construção dessa infraestrutura de recarga”.

Gerente da Empresa Operadora Green Móvil

No processo de transição para a mobilidade elétrica no transporte público, é preciso ter pessoal capacitado e qualificado na operação e manutenção dessas tecnologias. Nesse quesito, uma das empresas entrevistadas capacitou os motoristas, com vários meses de antecedência do início da operação, para a condução eficiente dos ônibus elétricos, principalmente em relação à frenagem regenerativa e à autonomia de recarga. Também foi capacitado o pessoal técnico da empresa para atender às demandas de manutenção dos ônibus e da infraestrutura de recarga.

“Um ponto de destaque é que como as condições para dirigir um ônibus elétrico são mais simples em comparação a um ônibus a Diesel, isso tem permitido incorporar mulheres motoristas para a condução dos ônibus. A empresa tem a perspectiva de continuar vinculando mulheres como motoristas dos ônibus elétricos”.

Gerente da Empresa Operadora Green Móvil

No caso da Colômbia, os processos de formação e capacitação de pessoal com foco na mobilidade elétrica têm sido liderados pelo SENA (*Servicio Nacional de Aprendizaje*), o qual identifica permanentemente as necessidades de formação estabelecidas nos documentos de política pública e nas mesas setoriais. As mesas setoriais são mecanismos de participação para identificar as competências que são requeridas pelos diferentes setores econômicos. Nessas mesas, participa o

SENA, como secretaria técnica, representantes do governo nacional, representantes do setor produtivo, da academia e instituições de formação.

Além disso, os Centros e Grupos de Pesquisa do SENA fazem a revisão de estudos prospectivos para identificar as principais tendências tecnológicas dos diferentes setores econômicos e as necessidades de formação alinhadas a essas tendências.

“No caso da mobilidade elétrica, foram feitos diferentes workshops com os representantes da mesa setorial de transporte, equipamentos eletroeletrônicos e do setor elétrico e o Cluster de Energia da Câmara de Comercio de Bogotá para identificar as necessidades de formação específica em mobilidade elétrica. Este processo deu como resultado a oferta de programas de formação em condução eficiente para ônibus elétricos, instalação de infraestrutura de recarga para veículos elétricos, manutenção para veículos elétricos e motocicletas elétricas e serviços de venda e pós-venda de veículos elétricos”.

Funcionário do SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje) Colômbia

Santiago de Chile foi a primeira cidade da América Latina a adotar o Padrão de Emissão Euro VI para seu sistema de transporte público. Além disso, desde o ano de 2012, a cidade começou com a implementação de projetos pilotos com ônibus elétricos a bateria. Esses projetos pilotos foram importantes para demonstrar que o TCO (*Total Cost of Ownership*) dos ônibus elétricos a bateria é similar ou menor em comparação com os ônibus a Diesel. Além disso, o objetivo era desenvolver estratégias para a incorporação de ônibus elétricos a bateria em grande escala na cidade.

A primeira fase da incorporação de ônibus elétricos a bateria foi atrelada a um processo de renovação emergencial de frota (sem licitação), que permitiu a criação de parcerias público-privadas entre empresas de energia elétrica (ENEL, ENGIE), empresas de ônibus elétricos (BYD, YUTONG), operadores de frota da Transantiago e apoio e acompanhamento do Ministério de Transportes do Chile. A operação dos ônibus tende a ocorrer sob um novo modelo de negócio que divide o CAPEX (nesse caso, o custo de aquisição dos ônibus elétricos) do OPEX (que está relacionado com os custos de operar os ônibus elétricos a bateria). No Quadro 4, descreve-se o rol e responsabilidade de cada ator no modelo de negócio.

Quadro 4. Responsabilidades dos atores no modelo de negócio de ônibus elétricos em Santiago

Categoria	Ator	Rol e Responsabilidade
Empresas de Energia Elétrica	ENEL X e ENGIE	Financiamento dos ônibus elétricos; construção da infraestrutura de recarga; fornecimento de energia para a recarga dos ônibus; contratos por meio de leasing com os operadores de frota. Novas oportunidades para introduzir ônibus elétricos no mercado e gerar a necessidade de infraestrutura de recarga e compra de energia.
Investidor	NEoT Capital	Financiamento da frota de ônibus elétricos do operador RedBus.
Empresas de ônibus elétricos	BYD	Provisão e adequação da frota de ônibus elétricos; gestão dos sistemas de recarga; manutenção preventiva dos ônibus.
	YUTONG	Provisão e adequação da frota de ônibus elétricos.
Operador de Frota	Metbus	Operação da frota.
	BusesVule/STP/RedBus	Operação da frota; gestão dos sistemas de recarga; manutenção dos ônibus.
Governo Nacional	Ministério de Transporte	Financiamento da nova frota de ônibus; planejamento do serviço; regulamentação do sistema de transporte.
	Ministério de Energia	Estudos de disponibilidade de energia; adequação dos padrões de recarga.

<p>Governo Local</p>	<p>Prefeitura/ Secretarias</p>	<p>Fornecer apoio ativo para garantir o sucesso do aumento da escala, especificamente para a construção da infraestrutura de recarga.</p>
-----------------------------	---------------------------------------	--

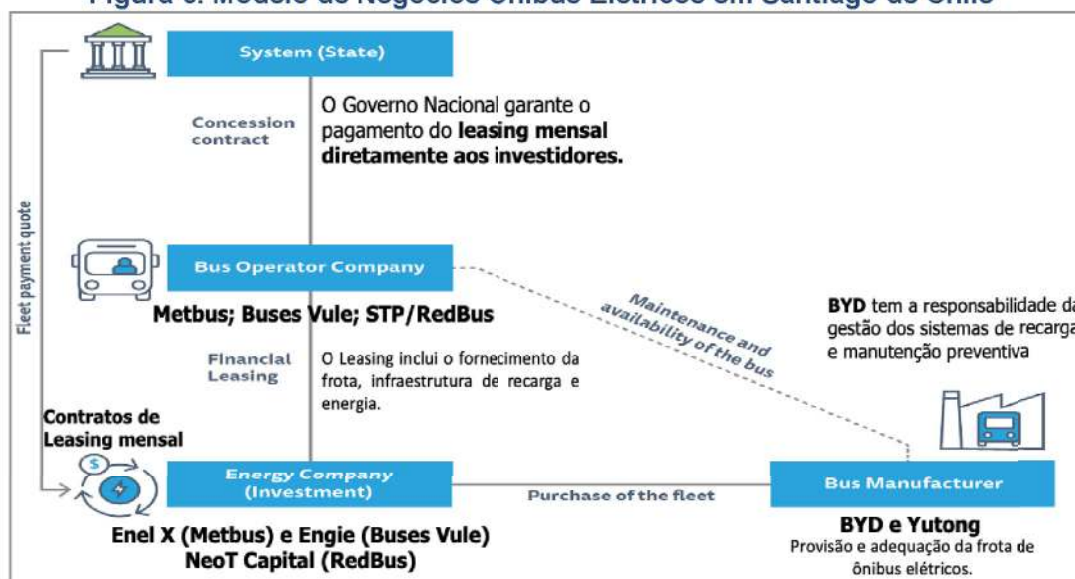
Fonte: adaptado de WORLD BANK (2020)

“Esse novo modelo de negócio que separa a propriedade dos ônibus da operação dos mesmos, abriu a possibilidade da entrada de novos atores, como as empresas de distribuição de energia. Essas empresas tinham o interesse de entrar no mercado e de prospectar benefícios futuros associados à eletromobilidade; por essa razão, assumiram o risco de fazer o investimento na compra de ônibus elétricos”.

Pesquisador do Centro Mario Molina de Chile

O *Leasing* consiste em pagamentos mensais que cobrem fornecimento da frota, infraestrutura de carregamento e fornecimento de energia. O pagamento é feito diretamente aos investidores, o que reduz o risco e garante condições de financiamento favoráveis para a compra de ônibus elétricos. Cabe destacar que, no caso do Chile, o Governo Nacional (e não o governo local) é o responsável pela gestão e planejamento do transporte público de Santiago. Nesse contexto, o Governo Nacional outorga todas as garantias para o pagamento do *leasing* mensal dos ônibus elétricos para os investidores e garante que os ônibus vão permanecer no sistema até que a dívida seja paga. A Figura 6 representa como funciona o modelo de negócio de ônibus elétricos em Santiago, no contexto das parcerias público-privadas.

Figura 6. Modelo de Negócios Ônibus Elétricos em Santiago de Chile



Fonte: adaptado de WORLD BANK (2020)

Esse modelo de negócio reduziu o risco para os operadores de frota, permitiu a participação de novos atores, como as empresas de energia elétrica, que financiaram a compra dos ônibus e permitiram mitigar os riscos tecnológicos e financeiros.

Em relação ao processo de licitação de frota para o Sistema de Transporte Público de Santiago, desde o ano de 2016, houve muitas tentativas de publicar o edital, mas o processo não conseguia ir para frente. A principal barreira de entrada identificada era que as garagens dos ônibus eram de propriedade dos operadores de frota e isso impedia a entrada de novos atores. Para superar este desafio, o Governo Nacional comprou todas as garagens para facilitar a participação de empresas interessadas em participar do processo de licitação. Além disso, os operadores de frota tinham um poder de mercado muito grande, com uma média de 1.000 ônibus urbanos para cada operador, e tinham muitas resistências em fazer uma transição para os ônibus elétricos a bateria.

Uma vez identificadas essas barreiras, a Licitação do Sistema de Transporte Público de Santiago foi publicada e outorgada no ano de 2021. Nessa licitação, formaliza-se o modelo de negócio implementado no processo de renovação de frota, a partir da criação de uma licitação para a provisão de frota e outra licitação para a operação da frota.

Na licitação de provisão de frota, era possível apresentar propostas com ônibus a *Diesel* Euro VI e com ônibus elétricos a bateria. Contudo, para favorecer a implementação de ônibus elétricos, os contratos definidos foram de 7 anos, com possibilidade de renovação por mais 7 anos. No caso dos ônibus a *Diesel* Euro VI, os contratos eram por 5 anos e podiam ser renovados por mais 5 anos.

Nesse modelo de licitação, o Governo Nacional, através do Ministério de Transporte, compra os ônibus e cria um contrato com os operadores para ter acesso às garagens e para operar os ônibus cumprindo com requisitos de qualidade na prestação do serviço. Além disso, a média de ônibus de cada operador teve uma redução de 1.000 para 300/400 ônibus. Isso foi feito para prever possíveis falências dos operadores que poderiam ariscar o sistema de transporte público de Santiago.

Devido aos incentivos definidos para os ônibus elétricos, o resultado da licitação permitirá a renovação de 1.640 ônibus, dos quais 991 serão elétricos e 649 ônibus a *Diesel* Euro VI. Esse modelo de licitação reduz a barreira de entrada para novos atores na operação do sistema, já que não necessita de investimento em frota e garagens, o que permite aumentar a concorrência e melhorar os serviços de transporte público. Além disso, os contratos permitem trocar as empresas operadoras que não cumpram com os padrões de qualidade do serviço.

“Há muitas lições aprendidas no processo de implementação de ônibus elétricos a bateria em Santiago de Chile. Desde o ponto de vista financeiro, as garantias outorgadas pelo Governo Nacional têm sido chaves para viabilizar a compra dos ônibus. Do ponto de vista operacional, as estratégias de recarga têm tido avanços importantes. Por exemplo, no começo se utilizava um carregador para cada 2 ônibus, agora se utiliza um carregador para cada 4 ônibus, o que permite uma redução nos custos. Também é importante entender a capacidade e autonomia das baterias dos ônibus. A operação dos ônibus elétricos, em condições reais, tem permitido todas essas aprendizagens”.

Pesquisador do Centro Mario Molina de Chile

Assim, até o final de 2022, Santiago de Chile terá uma frota aproximada de 1.800 ônibus elétricos a bateria, que corresponde a 25% da frota de ônibus urbanos. Essa é uma das frotas mais representativas fora da China e, junto com Bogotá, Santiago lidera a incorporação de ônibus elétricos a bateria na região e tem se tornado um referente de sucesso no transporte elétrico no mundo.

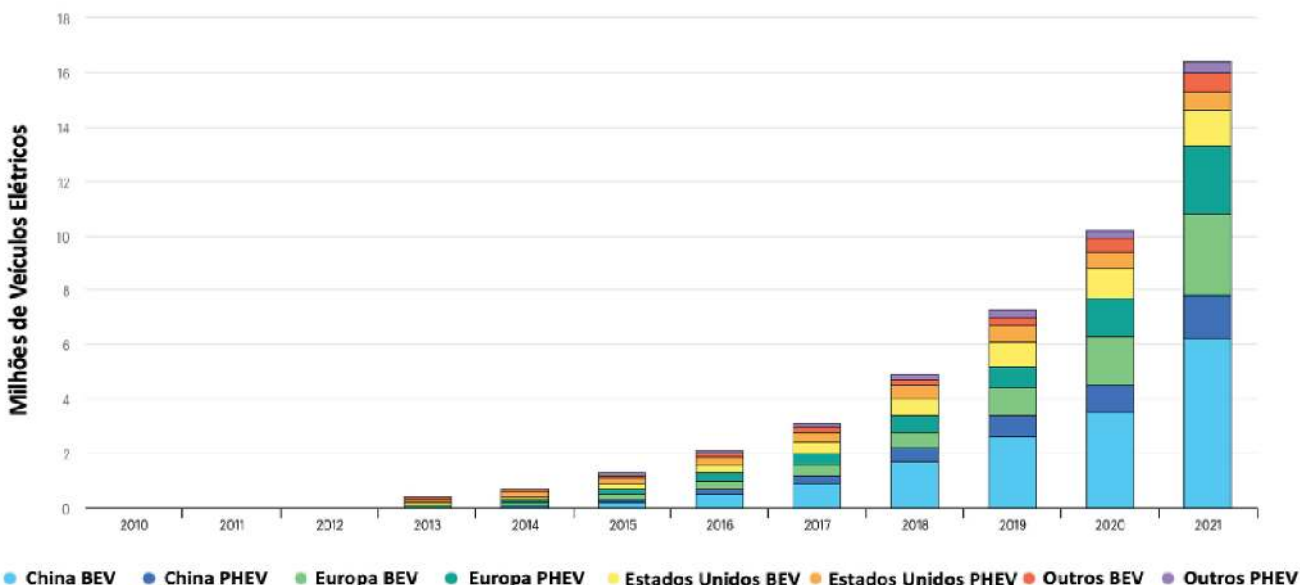
“Construir espaços para a implementação de frotas elétricas no sistema de transporte público fora da China, como estão fazendo Bogotá e Santiago, é impressionante. Essas cidades têm demonstrado que os modelos de negócio implementados são economicamente viáveis e não precisam de subsídios diretos como acontece nos países desenvolvidos. Além disso, a experiência com a operação dos ônibus elétricos está gerando conhecimento relevante, no que tange à gestão da infraestrutura de recarga, a qual está sendo compartilhada com colegas da Europa e Estados Unidos”.

Presidente do ALAMOS

1.4.4 Volume de veículos elétricos leves

Segundo os dados do EV Outlook 2022, o mercado mundial de veículos elétricos foi o dobro em comparação a 2020, com um recorde de 6,6 milhões de VE vendidos. Isso é um avanço significativo, levando em conta que no ano de 2012 só foram vendidos 120.000 VE no mundo. Aproximadamente 10% das vendas globais de veículos foram elétricos em 2021, o que representa quatro vezes a participação de mercado em 2019. Até 2021, o número total de veículos elétricos em circulação foi de, aproximadamente, 16,5 milhões e as perspectivas são de crescimento contínuo para o ano de 2022 (IEA, 2022).

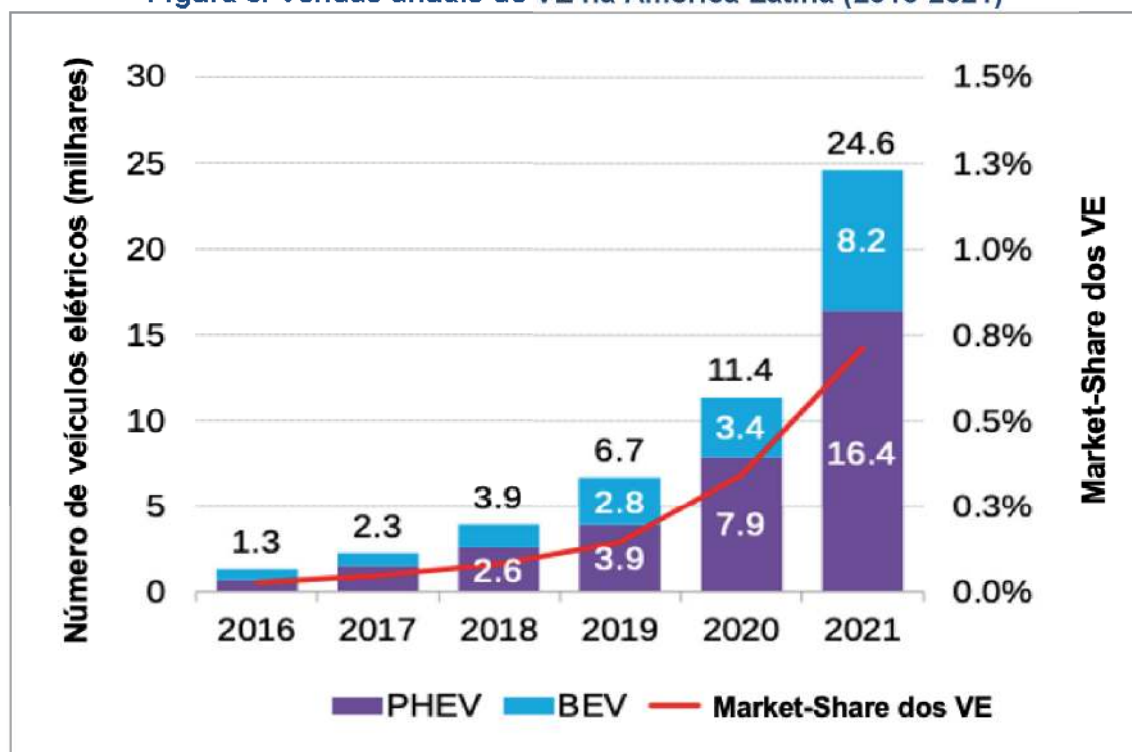
Figura 7. Estoque mundial de Veículos Elétricos (2010-2021)



Fonte: IEA (2022)

No caso da América Latina, segundo os dados da Bloomberg NEF, o mercado de veículos elétricos a bateria (BEV) e veículos elétricos plug-in (PHEV) tem crescido nos últimos anos, especialmente impulsionado pelo mercado de luxo. Desde 2016, as vendas de VE se duplicaram a cada ano. No ano de 2021, foram vendidos, aproximadamente, 25.000 VE na América Latina. Contudo, essas vendas só correspondem a 0,7% das vendas totais de veículos (Vide Figura 8).

Figura 8. Vendas anuais de VE na América Latina (2016-2021)



Fonte: adaptado de WORLD BANK (2020)

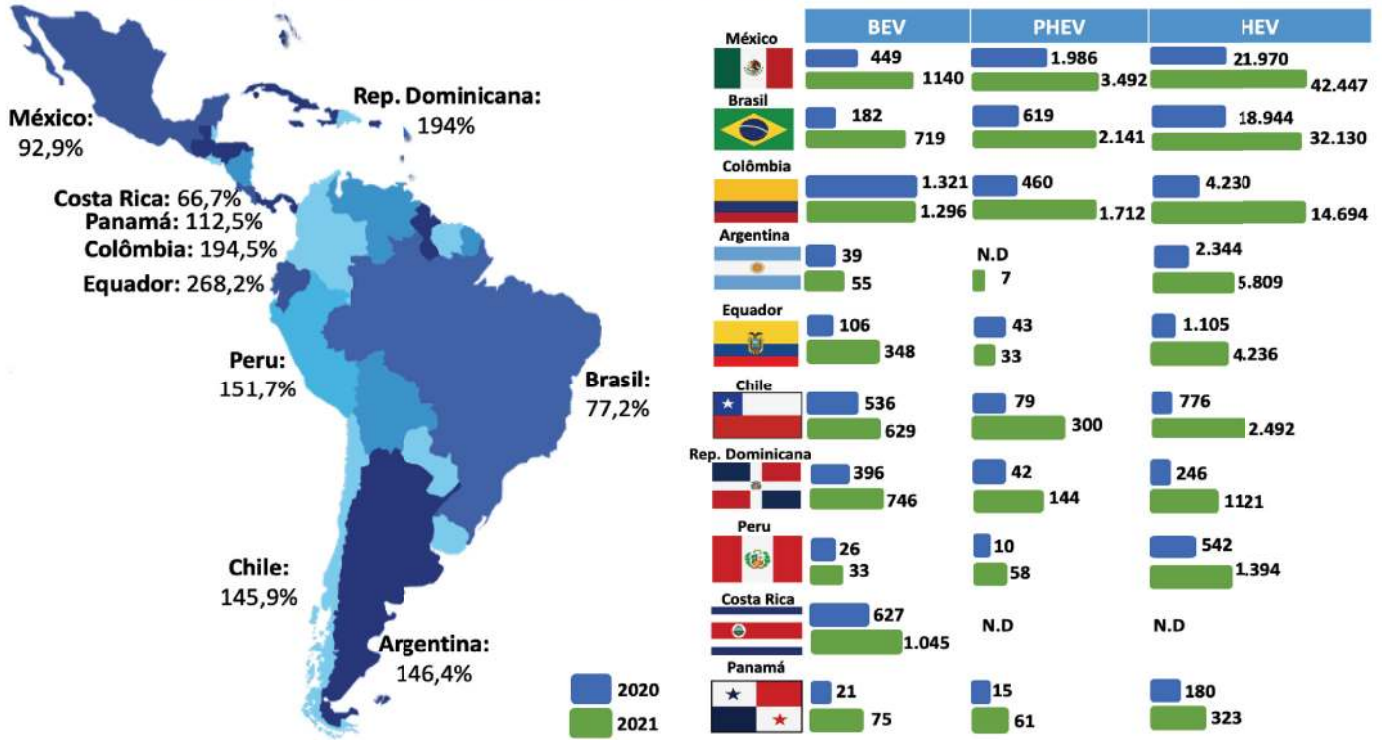
Para o Anuário da Mobilidade Elétrica, além dos BEV e PHEV, levamos em consideração as categorias de Veículos Elétricos Híbridos (HEV). Observa-se um crescimento relevante entre 2020 e 2021, mas que ainda não consegue ser representativo em relação ao total da frota e é tímido em relação à frota global de VE (Vide Figura 9).

Em todos os países analisados, os veículos híbridos têm a maior participação dentro das categorias dos VE. Nesse segmento, o México lidera essa frota, com 42.447 HEV vendidos no ano de 2021. A segunda posição é ocupada pelo Brasil, com 32.130 HEV, seguido pela Colômbia, com 14.694 HEV. Os veículos híbridos elétricos *plug-in* são o segundo segmento com o maior número de vendas, que é liderado pelo México, com 3.492 PHEV, seguido pelo Brasil, com 2.141 e Colômbia, com 1.719 PHEV. No que tange ao segmento de veículos elétricos a bateria, a Colômbia lidera as vendas nesse segmento, com 1.296 BEV, seguida do México, com 1.140 BEV e do Brasil, com 719 BEV.

Os demais países apresentam baixas vendas de VE em seus diferentes segmentos, com menos de 1.000 unidades nos segmentos BEV e PHEV. Contudo, todos os países analisados apresentam crescimento relevante nas vendas de VE quando se comparam as vendas de 2020 e 2021 (Vide mapa na parte esquerda da Figura 9).

Segundo Bloomberg NEF (2022), projeta-se um crescimento acelerado no mercado de VE na região, mas é necessário implementar políticas públicas de estímulo à eletromobilidade e metas de descarbonização dos sistemas de transporte.

Figura 9. Número de veículos elétricos leves na América Latina e crescimento do mercado 2020-2021

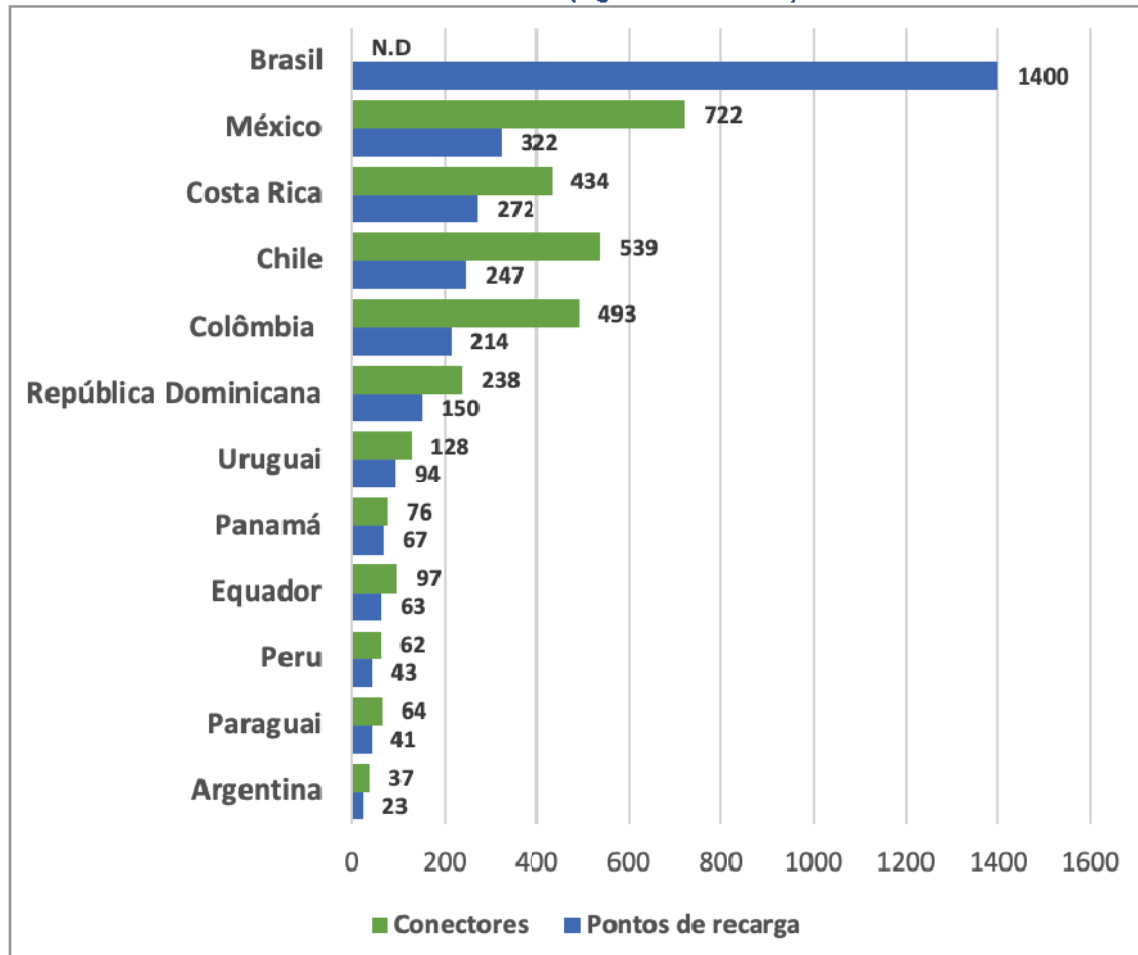


Fonte: elaboração própria com base nas estatísticas de ANDEMOS (2022)

1.4.5 Visão de infraestrutura de recarga

No Gráfico 7, apresenta-se uma visão da infraestrutura de recarga pública para VE na região, a partir das estatísticas do número de conectores e de pontos de recarga. O Brasil lidera o *ranking* com, aproximadamente, 1.400 estações de recarga para VE, seguido do México (322), Costa Rica (272), Chile (247) e Colômbia (214).

Gráfico 7. Número de conectores e pontos de recarga pública nos países da América Latina (agosto de 2022)



Fonte: elaboração própria a partir dos dados de ABVE (2022), Eletromaps (2022), Secretaria Nacional de Energia de Panamá (2022)

Segundo os dados apresentados no Gráfico 7, a infraestrutura de recarga pública e semipública para veículos elétricos ainda é muito limitada nos países da América Latina. Isso explica a preferência por veículos híbridos e veículos híbridos elétricos *plug-in*, que não dependem exclusivamente da conexão à rede. Assim, um dos principais desafios é a instalação e aumento de uma rede de infraestrutura de recarga para VE (urbana e interurbana) para diminuir a ansiedade de recarga dos usuários de VE.

Importante salientar que, embora a maioria dos países tem metas para acelerar a instalação de eletropostos nas principais cidades, a instalação de infraestrutura de recarga pública e semipública para VE tem sido liderada pelas empresas distribuidoras de energia elétrica, sendo que muitas das quais já possuem linhas de negócio focadas exclusivamente na mobilidade elétrica.

“A eletromobilidade é uma atividade que requer muito foco para ser competitiva. Por essa razão, a empresa distribuidora de energia elétrica criou uma empresa dedicada exclusivamente a soluções de mobilidade elétrica e infraestrutura de recarga inteligente de VE para atender clientes públicos e privados”.

Gerente regional de uma Empresa de Soluções em Mobilidade Elétrica

Em relação à cobrança da energia elétrica para a recarga dos VE, ainda não há um modelo de negócio ideal; tudo depende do contexto regulatório de cada país. Por exemplo, no caso da Costa Rica, a Resolução nº 41642 do Ministério de Ambiente e Energia, estabeleceu que as empresas distribuidoras de energia elétrica têm a responsabilidade de construir as estações de recarga para VE e são as únicas autorizadas para vender e comercializar a energia para a recarga dos VE. Todas as empresas distribuidoras deverão utilizar as mesmas tarifas de cobrança para a venda de energia elétrica utilizada na recarga. Assim, a ARESEP (*Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos*), em 2019, definiu uma tarifa única para a rede de recarga rápida de VE de ₡182,72 por kWh (US\$0,28) (AUTORIDAD REGULADORA DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS (ARESEP), 2019).

No caso da Colômbia, a Resolução 40223 de 2021 estabelece as condições mínimas de padronização e de mercado para a implementação da infraestrutura de recarga para veículos elétricos e veículos híbridos elétricos plug-in. Pessoas naturais e jurídicas podem oferecer o serviço de recarga, o qual não é considerado como um serviço público. Além disso, todas as estações de recarga devem cumprir

com as condições de segurança estabelecidas no Regulamento Técnico de Instalações Elétricas (RETIE) (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, 2021).

Adicionalmente, a Resolução nº 171/2021 da CREG (Comisión Reguladora de Energía e Gas) estabelece as condições para a medição diferenciada da energia elétrica utilizada para recargar os veículos elétricos. Essa normatividade permite uma redução de 20%³ da tarifa para os consumos que se utilizem para mobilidade elétrica e aplica tanto para o transporte individual como para o transporte público.

“A energia utilizada para a recarga dos ônibus elétricos a bateria que operam em Bogotá é comprada no mercado livre com contratos de longo prazo (15 anos), o que diminui os riscos tarifários e gera vantagens na modelagem financeira. Além disso, também aplica o desconto de 20% na conta de energia elétrica, o que gera benefícios financeiros adicionais para a operação dos ônibus elétricos na cidade”.

Gerente da empresa operadora Green Móvil

³ Esses 20% que não serão cobrados na tarifa de energia elétrica faz referência a uma contribuição ou sobretaxa que é cobrada nas residências de pessoas de maior renda. Para ter acesso a esse benefício, é possível instalar um medidor de energia elétrica exclusivo para calcular a energia utilizada na recarga dos VE.

Em relação à padronização dos conectores utilizados para a recarga dos VE, a maioria dos países tem deixado que o mercado livremente defina o tipo de conector de acordo com os modelos de VE com maiores vendas em cada país. A exceção é a Colômbia, que definiu que todas as estações de recarga devem ter, no mínimo, um conector Tipo 1 (SAE J1722) para o nível de carga 2 e 3 de Corrente Alternada e CCS Combo 1 (SAE J1722) para o nível de carga 3 de Corrente Contínua.

“O processo de definição de um conector de recarga para VE padrão não foi simples e foi necessário realizar vários workshops e consultas com os principais atores do mercado de VE para chegar num consenso. Também se levou em conta as características da rede elétrica da Colômbia, que é semelhante à dos Estados Unidos e assim se definiu que, no mínimo, todas as estações de recarga para VE devem ter conectores Tipo 1 e CCS Combo 1. Isso não implica que não podem ser instalados outros tipos de conectores nas estações de recarga”.

Funcionária do Ministério de Minas e Energia da Colômbia

Finalmente, no que tange à interoperabilidade, ainda não há um consenso na região. A interoperabilidade dos sistemas de recarga é chave para facilitar o uso da infraestrutura de recarga para os usuários de VE, independentemente dos fornecedores ou dos operadores do serviço (PNUMA, 2021). A maioria dos países da região estão em processo de definição das condições técnicas de interoperabilidade e dos protocolos de comunicação da infraestrutura de recarga.

“No caso do Panamá, a lei ainda não estabeleceu nenhuma regulação em temas de interoperabilidade para infraestrutura de recarga e, no modelo atual, cada empresa vai implementar seu próprio protocolo. Tudo depende da dinâmica do mercado e dos instrumentos de estímulo à eletromobilidade”.

**Gerente de Regulação e Novos Negócios
Empresa de Energia Elétrica de Panamá**

Contudo, na visão de alguns dos entrevistados, é necessário que a região se articule e defina políticas públicas em interoperabilidade e dos protocolos de comunicação de infraestrutura de recarga.

“É necessário avançar conjuntamente e ter um desenvolvimento coerente em temas de interoperabilidade para facilitar a recarga de VE entre os países da América Latina. Por exemplo, poderia ser pensado um roaming entre as diferentes empresas que prestem o serviço de recarga e fazem a cobrança com um único meio de pagamento”.

Presidente do ALAMOS

1.5 Considerações Finais

Uma vez analisado o contexto latino-americano da mobilidade elétrica, é possível identificar um conjunto de lições aprendidas que podem ser importantes para o estímulo da mobilidade elétrica no Brasil.

Em primeiro lugar, é fundamental estabelecer uma estratégia ou lei nacional específica para o estímulo à mobilidade elétrica, a qual defina uma visão de futuro e de metas de curto, médio e longo prazo para a implementação de modais elétricos. A construção dessa estratégia nacional deve ser feita coletivamente e através de consensos entre os atores públicos e privados envolvidos no ecossistema da mobilidade elétrica. Esses atores incluem a academia, empresas da indústria automobilística, empresas de componentes e autopeças, empresas distribuidoras de energia elétrica, empresas de infraestrutura de recarga, ONG's, sociedade civil, operadores de transporte público, fundos de investimento, entre outros.

Por parte do governo nacional, é chave a articulação entre as políticas públicas implementadas pelos diferentes ministérios e instituições do governo nacional, principalmente o Ministério de Minas e Energia, Ministério de Transporte, Ministério de Meio Ambiente, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, Ministério de Desenvolvimento Regional, Ministério de Saúde, BNDES, entre outros.

Além disso, é necessário coordenar as políticas públicas de caráter nacional com as políticas estaduais e locais de estímulo à mobilidade elétrica já existentes. De fato, algumas cidades e estados brasileiros já contam com instrumentos específicos e Planos de Ação Climática que contemplam o estímulo à mobilidade elétrica, principalmente com foco no transporte público.

Contudo, diferentemente dos nossos vizinhos, o Brasil tem uma indústria automobilística bem estabelecida e é uma referência regional na fabricação de ônibus urbanos e caminhões. Levando em conta

as características do contexto brasileiro, uma lei ou estratégia nacional de mobilidade elétrica deve contemplar instrumentos de política industrial que viabilizem a transição para a fabricação nacional de veículos elétricos, com foco nos ônibus elétricos e de baixa emissão. O estímulo à fabricação nacional de ônibus elétricos e de baixa emissão permitirá recuperar o mercado latino-americano, que está demandando essas tecnologias.

Ficou evidente que os países da América Latina estão priorizando a implementação de ônibus elétricos a bateria nos seus sistemas de transporte público. Esse processo tem sido facilitado pela criação de novos modelos de negócios, que dividem a operação dos ônibus urbanos da aquisição desses ônibus, o que tem estimulado o crescimento nas frotas elétricas na região. Contudo, é importante que esses novos modelos de negócio levem em consideração o contexto regulatório do transporte público no Brasil.

Nesse processo de transição, deve-se estimular o compartilhamento de experiências de mobilidade elétrica entre as diferentes cidades da região com o intuito de superar incertezas e resolver questões operacionais relacionadas com a eletromobilidade, principalmente no transporte público. Projetos como o ZEBRA e o TUMI E-Bus Mission são chaves para estimular essa transferência de conhecimento. Também é importante a criação de programas de formação em todos os níveis para criar uma massa crítica que atenda às necessidades do ecossistema da mobilidade elétrica. O foco desses programas de formação deve ser amplo e contemplar desde os motoristas dos ônibus elétricos até os gestores públicos das cidades.

Finalmente, evidencia-se que o contexto importa e que, embora o Brasil faça parte da América Latina, temos nossas expertises e trajetória com os biocombustíveis, que devem ser levados em conta para fazer a transição para uma mobilidade de baixo carbono no país.

CAPÍTULO 2. O QUE HÁ DE NOVO NO BRASIL EM SE TRATANDO DE MOBILIDADE ELÉTRICA? INSIGHTS DO MERCADO, TECNOLOGIAS E POLÍTICAS PÚBLICAS

Edgar Barassa e Robson Cruz⁴

⁴ Fundadores da Barassa & Cruz Consulting e Otsmah Recursos Energéticos Sustentáveis e pesquisadores do Laboratório de Estudos do Veículo Elétrico (UNICAMP). Doutor em Política Científica e Tecnológica (UNICAMP) e Engenheiro Mecânico/Especialista Automotivo (UNESP/USP), respectivamente.



2.1

Introdução

Não há dúvida que, no ano de 2021, a mobilidade elétrica experimentou, mesmo sobre a égide da pandemia, um momento ímpar em sua trajetória no Brasil, seja pelo maior volume de veículos eletrificados comercializados em um único ano, seja pela ampliação da oferta de novos produtos e serviços no mercado.

Segundo dados da Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE, 2022), a marca de 34.990 unidades vendidas foi alcançada em 2021, considerando os veículos leves de passageiros e comerciais leves (furgões e utilitários, por exemplo), dos quais cita-se 20.274 veículos híbridos, 11.865 veículos híbridos *plug-in* e 2.851 veículos puramente elétricos. Essa dinâmica supera em 77% os 19.745 emplacamentos totais de 2020, e em 195% sobre os 11.858 emplacamentos totais de 2019, de acordo com a Associação (esses números não consideram os caminhões). Vimos, sobretudo, um grande impulso das frotas corporativas que passaram a incorporar os veículos elétricos para dentro de sua operação, objetivando, para além de parâmetros de sustentabilidade, reduções de custos operacionais na sua atividade de transporte de bens e serviços.

Paralelamente à dinâmica de mercado acentuado, o país consolidou e construiu competências em

diferentes tecnologias que compõem a mobilidade elétrica. Considera-se, nesse sentido, uma visão expandida do artefato veículo em si, que inclui também as tecnologias de infraestrutura e eletropostos, bem como as plataformas digitais para a gestão da operação e utilização dos VEs.

Inclusive, há em curso um celeiro de formação de competências e tecnologias no âmbito da chamada estratégica 22/2018 da ANEEL, que tem alavancado vários temas da mobilidade elétrica em face aos projetos em andamento. A totalidade de recursos voltados para a chamada estratégica da ANEEL é ímpar, nunca tendo sido experimentada em projetos desse tipo no país. Nesse quesito, deve-se, ainda, ressaltar a linha V dos projetos do Programa Rota 2030, que no eixo temático das propulsões alternativas à combustão tem promovido a pesquisa e desenvolvimento através do trabalho conjunto entre as ICTs e as empresas da cadeia automotiva.

Adicionalmente, viu-se uma efervescência nos negócios com a presença das *startups*, corroborando uma perspectiva de que o setor de mobilidade elétrica está atraindo e direcionando a atenção de investidores, que buscam oportunidades nos novos modelos de negócios que o setor pode proporcionar.⁵ -

⁵ Ver, a esse respeito, *Forbes* (2022) em <https://forbes.com.br/forbes-tech/2022/02/mobilidade-eletrica-atrai-investimentos-e-impulsiona-as-energy-techs/>

Nessa direção das transformações, o último ano reforçou o amplo interesse das cidades em pavimentar espaços e procurar viabilizar os ônibus elétricos em seus sistemas de transporte público. Porém, o custo maior desse ativo (que pode chegar a até três vezes o valor de um ônibus a *Diesel*), cria barreiras para que prefeituras e operadores do transporte público realizem investimentos, ainda mais se considerarmos os impactos negativos causados pela pandemia da COVID-19 nesse setor. Por outro lado, para contornar essa barreira, vê-se que atores, sejam públicos, privados e do terceiro setor, têm cooperado para construir novos modelos de negócios e sofisticar a operação do transporte público, a fim de viabilizar essa tecnologia. Inclusive, há o posicionamento de novos atores no ecossistema do transporte público tradicional que têm participado dessa discussão, como as empresas do setor elétrico, que passaram a oferecer produtos e serviços relacionados ao fornecimento de energia - indispensáveis para essa operação - bem como, em certos casos, a instalação de infraestrutura necessária nas garagens. Destaca-se que há também casos em que as empresas de energia têm sido o grande investidor dessa transição, seja pela compra dos ativos (material rodante), seja pela propriedade e gestão do sistema de armazenamento de energia (bateria e estações de recarga).

E tratando-se da infraestrutura, viu-se um salto no número de estações de recargas públicas e semipúblicas no Brasil: contabilizou-se, aproximadamente, 1.000 estações de recarga até 2021, com ampla maioria do tipo lento/semirrápido (de 3,7 kW a 7,4 kW), mas também com alguma propagação dos modelos rápidos e ultrarrápidos (50 kW, majoritariamente), posicionados e instalados em corredores estratégicos, como rodovias e estradas que possuem fluxo importante de veículos elétricos.

Tendo em vista esse cenário de ampla difusão e crescimento, esse capítulo tem como objetivo aprofundar essa discussão ao apresentar o mapeamento de mercado, políticas públicas e tecnologias da mobilidade elétrica no Brasil; e no caso das motivações, fazendo a análise e menção onde elas são perceptíveis. As motivações se colocam como ponto de partida para contextualizar o estágio atual de desenvolvimento dos veículos elétricos no país e, para isso, primeiro apresenta-se uma visão internacional das motivações e do mercado dos principais países que se destacam como líderes na trajetória da eletrificação.

Essa caracterização é oportuna, pois apresenta o crescimento do mercado em escala global e identifica o lócus onde a eletrificação tem tomado certa prioridade nas agendas de mobilidade desses países. Permite, também, entender quais são os direcionadores por trás destes investimentos.

Esboçado esse quadro, pode-se comparar essas unidades apresentadas com o contexto que será analisado na sequência em maior profundidade, que se refere ao caso brasileiro. Isso se dá a partir da identificação dos elementos estruturais contidos em um sistema de inovação, sendo, de acordo com as seções que se seguem, os (a) atores envolvidos nesse setor e suas iniciativas em curso (por exemplo, as atividades empreendedoras), (b) as redes de colaboração em formação e (c) o arcabouço institucional, com os instrumentos de política e regulação que foram criados para dar suporte a esse campo tecnológico emergente, ou que indiretamente o envolvem de alguma maneira.

Dessa forma, o material reunido neste capítulo encontra-se organizado em torno de três subseções, além desta apresentação, quais sejam: (1) direcionadores, motivações e o desenvolvimento de mercado da eletromobilidade; (2) o mercado e os atores da mobilidade elétrica no Brasil; e (3) arcabouço institucional; seguidas das considerações finais.

2.2 Novos direcionadores e motivações contemporâneas para o Brasil

Na primeira edição do Anuário em 2020, foram caracterizadas as motivações que impulsionam e canalizam esforços pró-mobilidade elétrica no Brasil. Viu-se, por exemplo, que o amplo mercado consumidor, a discussão estratégica sobre segurança energética e a agenda ambiental e saúde pública, são direcionadores que sedimentam e promovem essa agenda para o setor no país.

Considerando que essas forças já foram analisadas na última edição, é possível verificar novos elementos que se destacaram no último ano? É possível identificar novas janelas de oportunidade onde a mobilidade elétrica pode se apoiar? De forma prévia, pode-se dizer que a resposta é sim, existem outros *drivers* e alavancadores.

E conforme será visto, este novo conjunto de elementos se soma àqueles estabelecidos e fortalecem o crescimento que a mobilidade elétrica tem experimentado no país.

Nesse sentido, o objetivo deste capítulo é explorar esses novos motivadores, classificados e divididos em cinco categorias, diferentes entre si, mas correlacionados e que se somam ao avanço da mobilidade elétrica no Brasil.

2.2.1 Agenda ESG como driver para eletrificação de frotas na iniciativa privada

Por definição, ESG é uma sigla em língua inglesa que significa *Environmental, Social and Governance*, e que se refere às práticas ambientais, sociais e de governança de uma organização. Como ponto de partida, o termo foi apontado em 2004 em uma publicação do Pacto Global em parceria com o Banco Mundial.

Verifica-se grande impulso e interesse por esses parâmetros e práticas, principalmente nos últimos dois anos. Por exemplo, de acordo com o Pacto Global (2021), os fundos ESG no Brasil captaram mais de R\$ 2,5 bilhões em 2020 – sendo que mais da metade desses fundos foram criados nos últimos 12 meses (PACTO GLOBAL, 2021).

Esse dado revela a maneira como a indústria financeira tem tratado essa agenda, tendo dado grande relevância em como empresas e organizações tratam

o assunto “sustentabilidade” em suas estratégias, planos e projetos. Assim, para além dos indicadores de lucratividade e receita, a indústria financeira passa a ponderar também, na equação, as questões ambientais, sociais e de governança para as análises de riscos e as decisões de investimentos. Esse tipo de pressão, por assim dizer, movimenta o pêndulo das empresas a perseguirem essas práticas. De fato, a indústria financeira, ao adotar a agenda ESG e a evidenciação dos seus resultados concretos como qualificador para investimentos, tem desmontado as ações artificiais de *greenwashing*⁶ e promovido uma nova visão do capital, que concilia resultado financeiro com função social, numa transição que possui grande impacto disruptivo⁷.

E como a mobilidade elétrica se enquadra nessa equação? Trata-se de entender os veículos elétricos como ativos e alternativas para a descarbonização

⁶ Termo em inglês que significa “maquiagem verde” ou em tradução literal “lavagem verde”. Refere-se a empresas, organismos e governos que criam uma falsa aparência de implementação de ações voltadas à sustentabilidade, sem necessariamente aplicá-las na prática.

das atividades produtivas e de serviços, e que impactam diretamente na redução da pegada de carbono das empresas. Pois, sendo o setor de transportes responsável por um quarto das emissões globais dos GEE, trazer uma perspectiva de mobilidade de baixa emissão enquadra-se como uma questão estratégica e que compõe a discussão objetiva das ações voltadas ao ESG (INSTITUTO BRASILEIRO DE SUSTENTABILIDADE, 2021).

No Brasil, o apetite para a agenda ESG e a mobilidade elétrica consiste na aplicação desses veículos nas frotas corporativas. Por exemplo, a empresa Magalu começou a eletrificar sua frota a partir dos comerciais médios, referindo-se aos caminhões de pequeno porte do tipo VUC. Nesse sentido, foram adquiridos, em 2021, 51 VUCs elétricos da montadora chinesa JAC Motors, segundo a varejista.

Outro exemplo, a Ambev também tem se atentado a essa interface ESG e frotas: a empresa comprou 150 veículos elétricos da JAC Motors, cuja entrega ocorreu no final de 2021. Ainda, a empresa encomendou caminhões do modelo *e-Delivery*, lançado em parceria com a Volkswagen. Nesse caso, o contrato com a montadora pode chegar a 1.600 unidades. Acrescenta-se, ainda, que a Ambev também anunciou uma parceria com a startup FNM (Fábrica Nacional de Mobilidade) e Agrale, para produzir mil veículos elétricos para a empresa (NOVO VAREJO, 2021).

Pode-se citar, também, a empresa Mercado Livre que, em 2021, comprou 70 veículos elétricos para sua frota na América Latina, sendo 51 deles destinados ao Brasil. Para a empresa, deseja-se imprimir ações concretas voltadas à descarbonização dos processos de entregas (AUTOMOTIVE BUSINESS, 2021b).

Outro exemplo é a empresa de alimentos Nestlé, que possui uma meta de curto prazo para que 10% dos veículos sejam elétricos, movidos a GNV ou biocombustíveis, como o metano. O investimento

será da ordem de R\$ 15 milhões, com o desafio de zerar as emissões de gases do efeito estufa da sua operação até 2050 (AUTOMOTIVE BUSINESS, 2021a).

Para suportar essa difusão, empresas que fazem a locação de veículos para frotistas estão reconfigurando seus portfólios a fim de prover modelos eletrificados. A Unidas, por exemplo, anunciou, em janeiro de 2022, o investimento de R\$ 370 milhões para o referido ano com um plano de adquirir, aproximadamente, 2.000 veículos elétricos. Os carros poderão ser alugados tanto por pessoas físicas quanto jurídicas, com amplo foco na terceirização de frotas com aplicação do veículo elétrico.

Considerando outro exemplo do lado da oferta, enxerga-se o apetite das montadoras de veículos em ocupar os espaços de fornecimento de produtos. A montadora francesa Renault possui mais de 350 veículos comerciais leves elétricos comercializados e negociou com o Grupo Deutsche Post DHL cinco unidades da marca, a priori. A empresa de logística já conta com 25 carros elétricos e planeja triplicar esse número nos próximos anos (AUTOMOTIVE BUSINESS, 2021a).

Em síntese, alcançar as métricas e os parâmetros da agenda ESG poderá impulsionar o mercado da mobilidade elétrica no Brasil. Nesse quesito, destaca-se que o grande ponto de chegada é a descarbonização dos processos de transporte em que a resposta pode ser através da eletrificação e, em certa medida, pelos biocombustíveis. O ESG tem catalisado investimentos em face aos compromissos de empresas e organismos no cumprimento das metas de zero emissão de GEE e isso tem provocado efeito positivo na demanda de novos produtos – que explicita os atores com ímpeto para a compra – despertando o interesse do lado da oferta, que acompanha esse processo e planeja, de forma racional, os investimentos e volumes necessários para essa fase de transição.

⁷ Ver, a este respeito, Valor Econômico: <https://valor.globo.com/financas/noticia/2022/08/11/transio-para-economia-de-baixo-carbono-oportunidade-e-no-mais-desafio-diz-blackrock.ghtml>

2.2.2 Preços dos combustíveis

Se por um lado viu-se, no início da pandemia, uma expressiva queda nos preços gerais dos combustíveis líquidos, tendo em vista a fase mais rígida do isolamento social contra a COVID-19, que limitou a mobilidade em muitos setores, por outro, conforme as atividades econômicas passaram a ser retomadas gradativamente e as pessoas retornaram a seus postos de trabalho presenciais, observou-se uma escalada de preços a partir do início de 2021 (vide Gráfico 8) e que se apresenta não estanque, isto é, sem perspectivas concretas de contenção. Múltiplas causas conformam esse panorama, contudo, há que se ponderar que a principal pressão para o aumento de preços dos combustíveis se conecta às oscilações do preço internacional do petróleo.

Gráfico 8. Evolução do preço do Petróleo Bruto Brent



Fonte: extraído de INDEXMUNDI (2022)⁸

O aumento do preço do petróleo traz impactos⁹:

- nas *commodities* em geral e nas *commodities* energéticas, pois aumenta o preço dos subprodutos diretos (diesel, gasolina) e incentiva a busca por alternativas - como o gás natural, por exemplo - provocando uma espiral de aumentos de preços generalizada;
- na perspectiva de crescimento, pois altos preços desincentivam o consumo e, nesse contexto, as *commodities* energéticas representam uma ameaça potencial para a economia global;
- na inflação, pois o aumento tem impacto direto no preço dos combustíveis e dos alimentos, que são transportados majoritariamente por veículos dependentes desses combustíveis;

⁸ Mais detalhes em: <https://www.indexmundi.com/pt/pre%E7os-de-mercado/?mercadoria=petr%C3%B3leo-bruto-brent&meses=60>

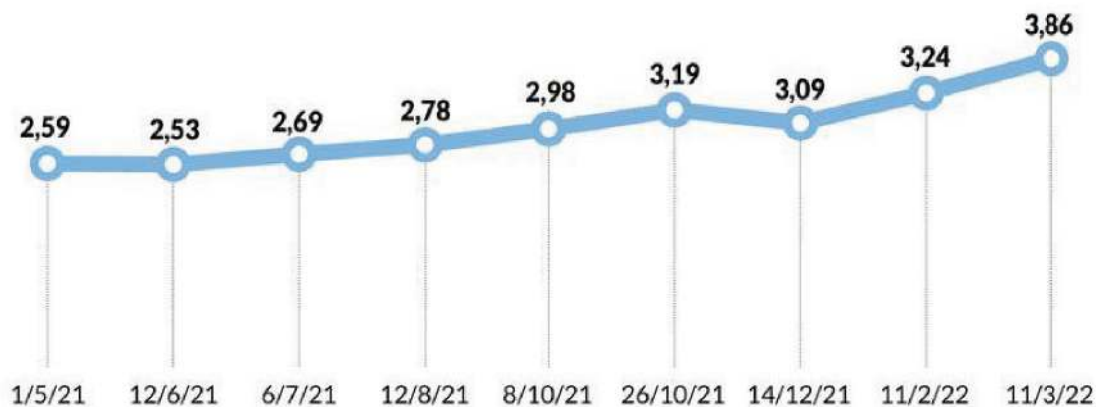
⁹ Ver, a este respeito, Exame: <https://exame.com/invest/mercados/6-impactos-economicos-da-alta-do-petroleo-do-dolar-a-gasolina/>

- nos juros, pois, para conter a inflação, tem-se como mecanismo principal o aumento da taxa de juros.

Ao estratificar a evolução dos preços da Gasolina A¹⁰ (sem adição do etanol anidro) na distribuidora, observou-se um aumento acumulado de aproximadamente 49% entre maio de 2021 e março de 2022 (vide Gráfico 9).

Gráfico 9. Evolução do preço da gasolina (2021-2022)

Valores da gasolina A (combustível puro - sem mistura)



Fonte: extraído de EM (2022)¹¹

Da mesma forma, a evolução do preço do *diesel A*¹² (sem adição do biodiesel) na distribuidora experimentou aumento acumulado de, aproximadamente, 66% no mesmo período, ou seja, entre maio de 2021 e março de 2022 (vide Gráfico 10).

¹⁰ Referência de preços em Minas Gerais. O preço considera o valor pago pelas distribuidoras à Petrobrás somada a incidência da CIDE, PIS/PASEP e COFINS. Exclui-se o custo do etanol anidro, a distribuição/revenda e a incidência de ICMS.

¹¹ Extraído de https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2022/03/10/internas_economia,1351539/novo-aumento-gasolina-tera-alta-de-18-8-anuncia-petrobras.shtml

¹² Referência de preços em Minas Gerais. O preço considera o valor pago pelas distribuidoras à Petrobrás somada a incidência da CIDE, PIS/PASEP e COFINS. Exclui-se o custo do biodiesel, a distribuição/revenda e a incidência de ICMS.

EVOLUÇÃO DO PREÇO (R\$)

Valores do diesel A (combustível puro - sem mistura)



Fonte: extraído de EM (2022)¹³

Da mesma forma, a evolução do preço do etanol hidratado¹⁴ na distribuidora teve aumento acumulado de, aproximadamente, 10% entre maio de 2021 e março de 2022 (vide Gráfico 11).

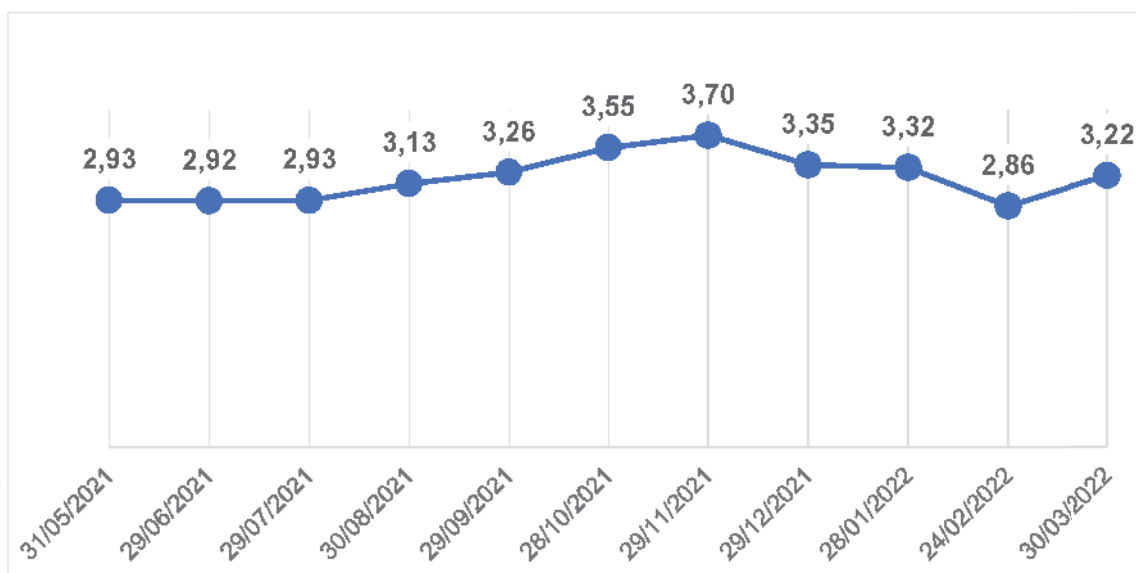
De fato, as operações que demandam o abastecimento contínuo desses combustíveis, como as frotas de empresas, atividades logísticas e o transporte de pessoas e bens, tiveram grande impacto nos custos operacionais.

Nesse cenário, em que repercute a elevação dos preços do diesel, da gasolina e do etanol (resultado do efeito de variações de preço do açúcar e disponibilidade de oferta para produção de etanol), tem-se um contexto favorável para a penetração da mobilidade elétrica, pois, em certa medida, pode-se obter melhor resultado do custo total de propriedade do veículo elétrico em comparação ao veículo com motor a combustão interna, em face ao maior custo vinculado ao combustível quando comparado ao custo da energia elétrica, por exemplo.

¹³ Extraído de: https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2022/03/10/internas_economia,1351539/novo-aumento-gasolina-tera-alta-de-18-8-anuncia-petrobras.shtml

¹⁴ Referência de preços em São Paulo. O preço considera o valor pago pelas distribuidoras à Usina. Exclui-se a incidência do PIS/PASEP, COFINS, ICMS, frete e distribuição/revenda.

Gráfico 11. Evolução do Preço (R\$) - Etanol Hidratado (2021-2022)



Fonte: extraído de CEPEA (2022)¹⁵

Quanto ao custo da energia elétrica, deve-se ponderar que ele pode estar sujeito a grandes variações, principalmente às bandeiras tarifárias especiais vinculadas a efeitos fortuitos, como estiagens prolongadas – vide bandeira tarifária “Crise Hídrica”, válida de setembro de 2021 a abril de 2022 – ou compensação sociais, vide o represamento de aumentos tarifários às famílias carentes durante a pandemia da COVID-19¹⁶. Nessa perspectiva, há consenso que a maximização dos benefícios que favoreçam o custo total de propriedade do veículo elétrico frente ao veículo com motor de combustão interna se dá pelo uso da geração distribuída, destacadamente a geração solar fotovoltaica.

¹⁵ Consultar: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/metodologia/indicadores-mensais-sp-metodologia.aspx>

¹⁶ Ver, a este respeito, em: <https://www.camara.leg.br/noticias/875225-tarifa-represada-na-pandemia-levou-a-reajustes-de-ate-25-na-conta-de-luz-dizem-distribuidores-em-debate#:~:text=O%20represamento%20das%20tarifas%20em,de%2015%25%20a%2025%25.>

2.2.3 Dinâmica tecnológica baseada na pluralidade: Brasil na direção do mix tecnológico e convergência da eletrificação e biocombustíveis

Ao longo dos últimos anos e, particularmente, a partir de 2021, acirrou-se o debate sobre qual rota tecnológica deve ser seguida pelo Brasil. De fato, deve-se levar em conta as particularidades do país em relação a sua matriz de combustíveis que, notadamente, tem o etanol como elemento histórico popularizado no início dos anos 2000 com a introdução dos veículos *flex* (gasolina/etanol).

Logo, o legado existente deve servir de alavanca para as novas rotas tecnológicas que se apresentam, seja como peça-chave na transição tecnológica ou pela aplicação racional delas. Nesse sentido, não há dualidade entre eletrificação e os biocombustíveis – pelo contrário – há uma complementariedade que traz uma condição ímpar ao país. Então, pode-se dizer que o Brasil tem vocação para um *mix* de soluções que serão aplicadas conforme condicionantes próprias, como, por exemplo, pela tríade: (1) impacto na descarbonização, (2) eficiência energética e (3) razoabilidade de custos. Esse aspecto conduz a uma visão prática de que não haverá, de fato, apenas uma rota tecnológica, mas várias coexistindo nos seus respectivos campos de aplicação.

Por exemplo, ao se tratar dos levíssimos (motos elétricas, *scooters*, patinetes e bicicletas elétricas), observa-se a adoção adequada da arquitetura elétrica, que não é onerada pelo custo das baterias que equipam esses veículos. Nesse seguimento, notadamente, poderá se experimentar a evolução constante da frota elétrica que ocupa majoritariamente os espaços urbanos e se coloca como resposta de mobilidade nesse locus.

No que diz respeito aos leves, certamente o país irá experimentar a transição à eletrificação via híbridos, que responde assertivamente aos parâmetros da descarbonização, eficiência energética e razoabilidade de custos citados. E nesse caso, a potencialização desse caminho rumo à eletrificação se dá pelo papel fundamental do etanol, que ainda

mantém presente o motor de combustão interna, mas atua de forma efetiva na descarbonização. Também, por ser tecnologia de transição, permite a razoabilidade de custos no estágio inicial de penetração de mercado, pela adequação gradual da cadeia de fornecimento existente e a mitigação da expansão acelerada da infraestrutura de recarga, que é um atributo relevante para a adoção dos elétricos puros. Ao se tratar de hibridização, busca-se a melhor integração entre os propulsores que, por si só, respondem de forma direcionada à questão de eficiência.

Sob a perspectiva dos veículos comerciais leves (veículos utilitários, vans e pequenos caminhões elétricos) e até os leves aplicados em frotas - que tem uso tipicamente urbano nos grandes centros - vê-se grande vocação à adoção dos veículos elétricos puros. As condições de operação, que exigem grande eficiência e uma autonomia moderada e conhecida, habilitam a expansão dessa frota. Pondera-se aqui o impulso dado pela agenda ESG já discutida, que traz um elemento favorável a esse contexto, mesmo que, analiticamente, o custo de propriedade não seja plenamente adequado.

Ao se tratar dos veículos pesados para transporte de bens, observa-se a existência de várias opções que deverão ser testadas sob a tríade apresentada, em que o biodiesel, o biometano, o gás natural e o HVO (*Hydrotreated Vegetable Oil*) possuem destaque. De fato, essas rotas têm caráter crucial na transição ao futuro, que pode reservar a introdução da tecnologia das células de combustível nessa aplicação. Caso similar se coloca aos veículos pesados para transporte de passageiros, em que a pluralidade existente de rotas e sua análise técnica também se impõe e, nesse quesito, tem sido observado o movimento das cidades em pavimentar o caminho de adoção dos elétricos puros.

Logo, sobre todos esses aspectos, pensar que o país seguirá uma trajetória olhando para uma única

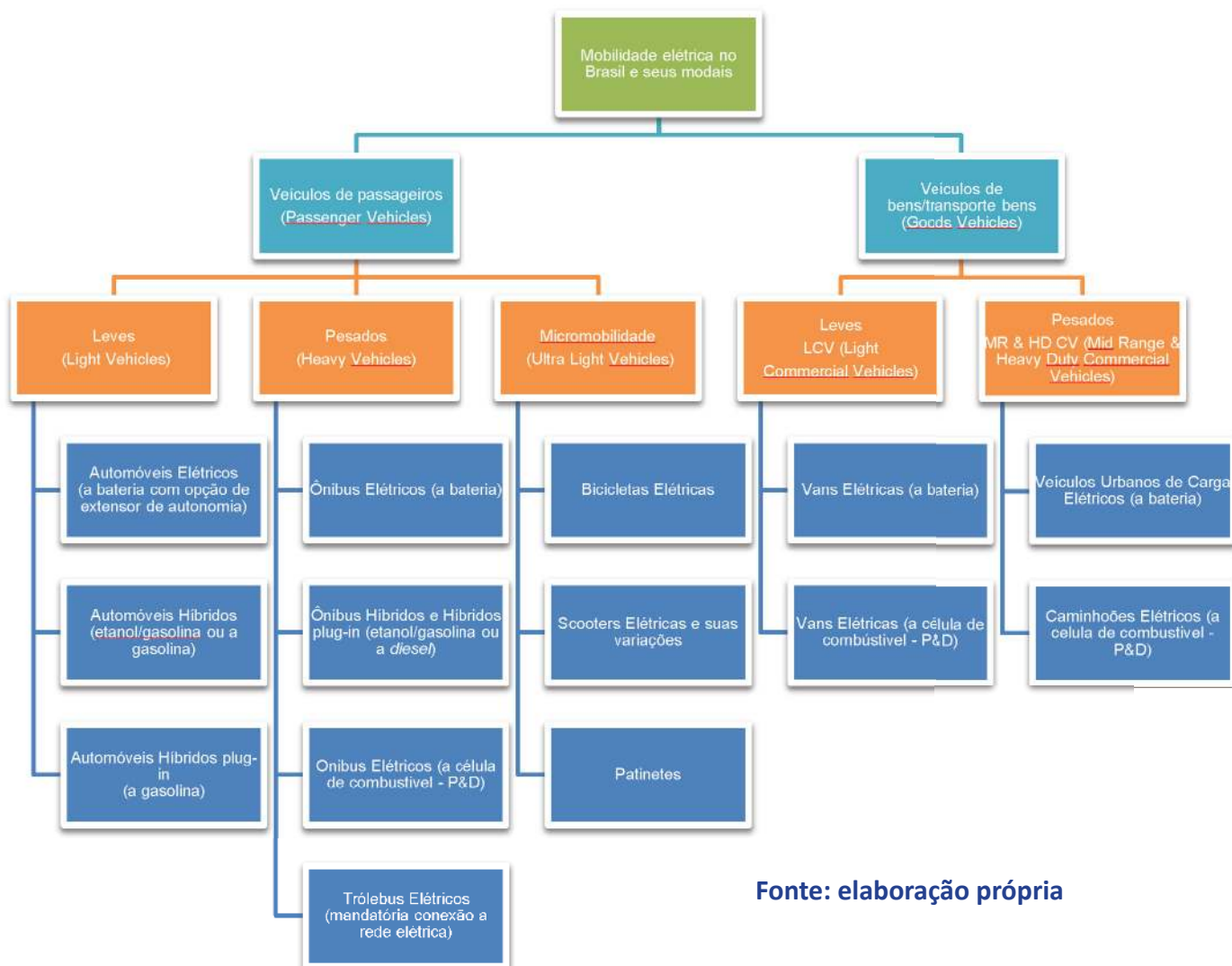
direção torna o debate raso e pouco produtivo, e o que se deve ter em vista é que a pluralidade tecnológica é uma oportunidade e fortaleza brasileira que deve ser explorada.

E como viabilizar a pacificação entre a eletrificação e os biocombustíveis? Claramente, demanda-se a coordenação e a articulação dos atores presentes no território nacional para o desenvolvimento dessas soluções tecnológicas integradas. Por exemplo, a cooperação e atuação conjunta de diferentes atores é imperativa para se superar as dificuldades técnicas, financeiras e a definição clara dos marcos regulatórios que expressem as tecnologias de transição e aquelas que terão consolidação no futuro.

2.3 Tecnologias e aplicações da mobilidade elétrica no Brasil em 2021

A mobilidade elétrica se apresenta em veículos que podem ser **Veículos de Passageiros**, quais sejam: Leves, incluindo carros e pick-ups; Pesados, considerando ônibus; e Levíssimos, como bicicletas ou scooters e outros pequenos veículos para duas pessoas. Também podem ser **Veículos de bens/ transporte de bens**, categorizados em: Leves, ou *Light Commercial Vehicles*; e Pesados, que incluem: *Mid Range Commercial Vehicles* e *Heavy Duty Commercial Vehicles*.

Figura 10. Categorias dos diferentes tipos de veículos



Fonte: elaboração própria

Essas diferentes categorias também se relacionam às tecnologias de propulsão de baixa emissão e associam-se a quatro configurações principais, que são caracterizadas por arranjos tecnológicos que envolvem diferentes possibilidades de interface do *powertrain* elétrico, conforme a Figura 11.

Figura 11. Configurações dos veículos de baixa emissão

Opções Tecnológicas	Características
<p>Veículo Elétrico a Bateria (VEB) <i>Battery Electric Vehicle (BEV)</i></p>	<p>Apresenta propulsão elétrica dedicada, cuja fonte energética provém da eletricidade. A energia elétrica que alimenta o motor é armazenada numa bateria e provém de uma fonte externa ao veículo (p. ex.: rede elétrica).</p>
<p>Veículo Elétrico Híbrido (VEH) <i>Hybrid Electric Vehicle (HEV)</i></p>	<p>Apresenta arquitetura em que coexistem um motor à combustão interna, abastecido com combustíveis líquidos e um motor elétrico, cuja energia é suprida por uma bateria. Pode ter variações construtivas como micro híbrido, híbrido série e paralelo. Nessa arquitetura, o motor elétrico tem função auxiliar e não necessariamente é usado para a propulsão do veículo. O motor a combustão pode ser suprido por uma diversidade de combustíveis, sendo que as configurações mais avançadas buscam uma integração com os biocombustíveis.</p>
<p>Veículo Elétrico Híbrido Plug-in (VEHP) <i>Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)</i></p>	<p>Apresenta arquitetura em que coexistem um motor a combustão interna, abastecido com combustíveis líquidos e um motor elétrico, cuja energia é suprida por uma bateria. Nessa arquitetura, o motor elétrico pode propelar o veículo. Sua bateria tanto pode ser alimentada por uma fonte interna (como num VEH), via conjunto motor-gerador, quanto por uma fonte externa (rede elétrica).</p>
<p>Veículo Elétrico a Célula de Combustível (VECC) <i>Fuel Cell Electric Vehicles (FCEV)</i></p>	<p>Apresenta propulsão elétrica dedicada, cuja fonte energética provém de uma unidade de células a combustível (em que há o uso típico do hidrogênio), tendo uma bateria para armazenar a energia gerada pela célula. Há variantes que preconizam a geração embarcada do hidrogênio, via reforma de combustíveis (um caso que tem tido destaque é a reforma do etanol).</p>

Fonte: extraído de Barassa (2019)

Nesse contexto de diversidade de categorias, aponta-se que todas podem ser exploradas no cenário brasileiro, com possibilidades de novos modelos de negócios, desenvolvimento de nichos de mercado e proposição de novas soluções de mobilidade urbana.

Quanto às arquiteturas descritas, pode-se citar alguns sistemas/elementos constituintes, tais como:

- **Powertrain**, ou trem de força, que se caracteriza por um conjunto de tecnologias e componentes que estão acoplados entre si e são responsáveis por gerar a força que será transmitida às rodas e, assim, resultar na tração do veículo. No caso dos VEH e VEHP, há a presença do motor a combustão interna em conjunto com o motor elétrico, conforme variantes e estratégias de operação específicas. Para o VEB e VECC, há somente a presença do motor elétrico, que pode ter elementos como os estatores e rotores. Seja a tomada de força principal oriunda do motor a combustão interna, do motor elétrico ou ainda de ambos (caso do VEH – *full hybrid*), movimento é transferido às rodas por meio de um sistema de transmissão. Além dos motores elétricos, eletrônica de potência, hardware e software de controle, cabos e conectores são elementos importantes que compõem o *Powertrain*.

- Os **acumuladores de energia**, por seu turno, são tecnologias que armazenam energia elétrica. No caso dos VEH, VEHP e VEB, apresentam-se predominantemente na forma de baterias eletroquímicas, ainda que seja possível identificá-los também em tanques de hidrogênio nos VECC. Figura-se como o artefato mais crítico dos sistemas existentes em um veículo elétrico, pois aspectos inerentes à necessidade de escala de produção e à cadeia de fornecimento de matérias-primas impõem ainda um custo elevado de produção ante ao custo do veículo como um todo (aproximadamente 40%; há 10 anos, representava 70%). Ainda, por questões de densidade de energia, as baterias eletroquímicas não são capazes de oferecer a autonomia típica dos veículos a combustão em condições comparáveis, trazendo o efeito do “*range anxiety*” (ou da ansiedade por autonomia), que representa o temor em esgotar a bateria antes de cumprir totalmente

o trajeto planejado. Deve-se considerar que as baterias eletroquímicas possuem diferentes rotas tecnológicas, algumas já no mercado e outras em desenvolvimento. No caso das baterias de Lítio-íon, por exemplo, já se tem a consolidação de mercado das baterias com eletrólito líquido e futuro promissor para aquelas com eletrólito sólido. Da mesma forma, há variações de químicas existentes nas células como a Lítio – Ferro – Fosfato (LFP), Lítio – Níquel – Manganês – Cobalto (NMC) e ainda Lítio – Níquel – Cobalto – Alumínio (NCA), aplicadas tipicamente nos VEB e VEHP. Ainda, tem-se as baterias de NMH (Níquel – Metal – Hidreto) que tem aplicação típica nos VEH. No quesito das baterias eletroquímicas, tem-se aquelas que se voltam a prover energia diretamente ao sistema de tração ou na atuação auxiliar, sendo classificadas tipicamente de baterias de alta tensão. Há ainda as baterias de baixa tensão (normalmente de chumbo-ácido) que são responsáveis por prover energia para outros sistemas do veículo, como iluminação, alimentação de módulos eletrônicos, entre outros.

Quanto as **células a combustível**, podem-se destacar dois tipos:

- PEMFC (*Proton Exchange Membrane Fuel Cells*), que em tradução literal significa Célula a Combustível de Membrana de Troca de Prótons. Opera com o uso direto do hidrogênio com elevado grau de pureza, podendo ainda ter a aplicação de combustíveis alternativos, tais como: metano, metanol, etanol e propano, desde que sejam previamente convertidos em hidrogênio com a aplicação do processo de reforma. Opera normalmente em temperatura ambiente; e
- SOFC (*Solid Oxide Fuel Cell*), que pode ser traduzido como Célula a Combustível por Óxido Sólido. Pode operar diretamente com metano, por exemplo, não sendo necessária uma unidade externa para a reforma. Opera normalmente entre 600°C e 1000°C e possui várias pesquisas em curso com a aplicação do etanol.

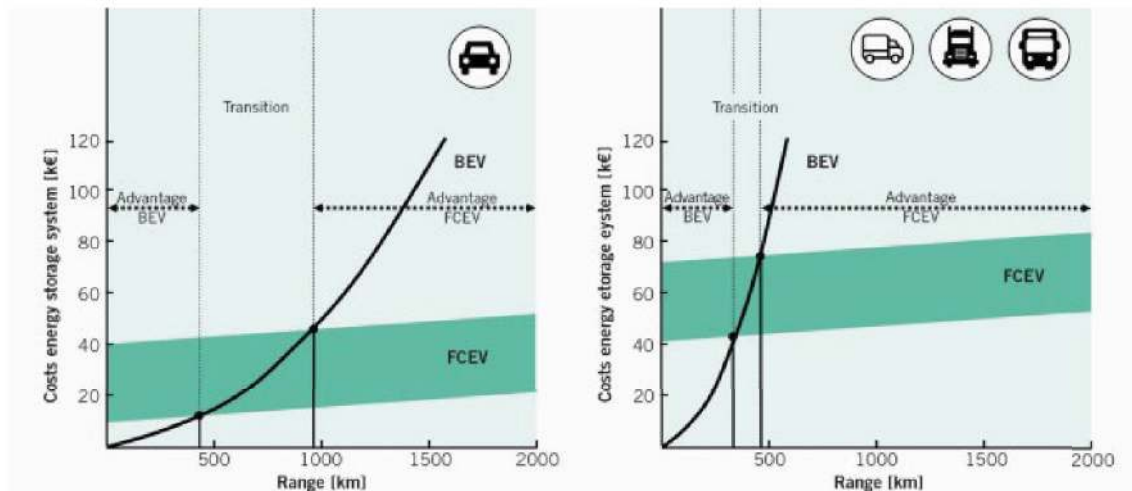
Considerando os VEH e VEHP, ainda reside a interface entre a nova tecnologia de propulsão e o paradigma vigente. Nesse caso, continuam os componentes existentes no motor de combustão interna tendo a adição dos motores elétricos, inversores e a bateria, que são elementos do sistema de alta tensão. Essa junção permite o aproveitamento das tecnologias, competências e capacidades produtivas já existentes e abre-se para o acoplamento das novas tecnologias da eletrificação. Os VEH e VEHP têm sido arquiteturas-chave no processo de transição à eletrificação pois confere segurança (mitigação do *range anxiety*), eficiência energética, custo de aquisição menor que o VEB e já são uma resposta coerente quanto às emissões de GEE, principalmente quando associados aos biocombustíveis. Nesse quesito, ao tratar dessas arquiteturas, o Brasil possui uma janela de oportunidades a ser explorada, tendo o etanol como combustível base. Diferente do caso europeu, os VEH e VEHP podem experimentar, no caso brasileiro, um processo de transição que contemple e enderece no curto prazo os compromissos da agenda climática, quando vista sobre a perspectiva das reduções de emissões de GEE no setor de transportes.

Considerando os novos sistemas e elementos citados, os VEB e VECC trazem diferenças nas cadeias de componentes automotivos, notadamente dos motores a combustão interna, pois tem-se a incorporação de um número consideravelmente menor de peças e partes móveis. Uma série de componentes, como por exemplo, tubos de exaustão, catalisadores, motores de partida, velas de ignição, correias dentadas, lubrificantes, que são fundamentais para o funcionamento dos motores a combustão interna, tornam-se igualmente desnecessários. Ou seja, o VEB apresenta grande ruptura da cadeia automotiva já estabelecida, requerendo novas competências e componentes, tendo como elemento crucial a bateria e suas tecnologias. Sobre esse ponto de vista, pela sua concepção em ser um armazenador de energia sobre rodas, habilita transbordamentos que não se limitam à função primária de deslocamento, mas também à integração com a rede elétrica e à visão do veículo como um recurso energético distribuído.

Especificamente para o VECC, seu desenvolvimento tem avançado consistentemente, o que aponta para uma trajetória promissora que traga a viabilidade econômica dessa tecnologia. Pois, dada a necessidade de abastecimento com o hidrogênio, ainda se figura como a mais cara em comparação com as demais tecnologias. Isso se dá não somente pela necessidade de uma infraestrutura de abastecimento de hidrogênio, mas também pelos custos de produção da célula propriamente dita, que demandam metais nobres em sua construção. Essa tecnologia tem tido lastro de desenvolvimento por algumas montadoras asiáticas, como por exemplo a Toyota, Nissan, Honda e Hyundai, pois ampara-se em algumas vantagens proporcionadas em relação ao VEB no que diz respeito à maior autonomia (cerca 600 a 700km em única carga) e o tempo de abastecimento substancialmente reduzido, similar aos veículos a combustão interna em que se realiza esse processo em poucos minutos.

Mesmo com produtos existentes no mercado, a exemplo do Toyota Mirai que tem grande penetração de mercado no estado da Califórnia (EUA), há grande debate quanto à correta aplicação embarcada das células de combustíveis.

Gráfico 11. Comparativo das regiões de melhor aplicação dos VEB e VECC em função do custo do sistema de armazenamento de energia e a autonomia, para veículos de passeio e comerciais



Fonte: extraído de Schuh; Schenk; Scholz (2022)

A Figura 12, proposta por Schuh, Schenk e Scholz (2022), apresenta no eixo Y os custos voltados ao sistema de armazenamento de energia, sendo as baterias para o VEB e a célula de combustível para o VECC, enquanto no eixo X a autonomia (os custos foram considerados em mil euros e a autonomia em km). O gráfico da direita, voltado aos veículos de passeio, apresenta curva de crescimento dos custos em relação à autonomia em que se distingue duas áreas: azul para o VEB (ou BEV, em inglês) e verde para o VECC (FCEV). Observa-se, pelo gráfico, que até 430 km tem-se vantagem de custo para o VEB (custos menores da bateria). Entre 430 km e 960 km, há uma faixa de transição - em que devem ser avaliadas as especificidades de cada aplicação - e acima de 960 km tem-se vantagem do VECC, ou seja, as baterias, para proporcionar autonomias além desse limite, são mais caras que a célula de combustível. Nessa perspectiva, os VEB têm predileção em aplicações urbanas e em trechos curtos e os VECC voltados a longas distâncias. Com a mesma lógica, ao analisar o gráfico da esquerda, tem-se perfil de crescimento com maior gradiente e com as mesmas áreas já destacadas. Esse gráfico se volta a aplicações comerciais como os caminhões leves, pesados e ônibus. Observa-se que até 340 km tem-se vantagem ao VEB, com faixa de transição

entre 340 km e 460 km, e acima de 460 km tem-se vantagem do VECC. Desse gráfico, pondera-se que os VEB têm aplicação preferencial em condições urbanas, como as operações logísticas nos grandes centros e as linhas de ônibus urbanos, e os VECC permitem a melhor relação custo-benefício para grandes distâncias, como os casos da logística de grandes trechos e os ônibus rodoviários. Não há dúvida de que a expansão da infraestrutura de recarga é uma variável que traz grande sensibilidade nessa análise, principalmente quando se tem a abordagem da recarga de oportunidade. Contudo, esse panorama dá pistas de que a maximização da eficiência energética e a minimização dos custos para implementação se posicionam na estratégia de *mix* de tecnologias, em que cada uma delas terá melhor desempenho em aplicações prescritas.

E quanto à infraestrutura de recarga?

Ao olhar para a infraestrutura, quando se traz à tona os VEB e VEHP, a infraestrutura de recarga se coloca como um elemento crítico na adoção – principalmente do VEB. A disponibilidade de estações de recarga em espaços públicos e semipúblicos trazem a percepção de mitigação do *range anxiety* e, nesse quesito, cabe por exemplo

a distinção do perfil de uso dos VEB para uso (1) pessoal e (2) para as atividades comerciais. Pois, é típico que o VEB para uso pessoal seja aplicado em um percurso que não exceda sua autonomia e a comodidade da recarga doméstica esteja presente. Entretanto, para aplicações comerciais, podem existir condicionantes de operação e percurso que requeiram a recarga ao longo da jornada e, nesse caso, a expansão da infraestrutura torna-se imperativa. Logo, sobre essa perspectiva, a depender do tipo de veículo e sua aplicação, haverá maior ou menor demanda pela existência de um volume satisfatório de estações de recarga no curto prazo.

Para o VECC, a infraestrutura requer tratativas próprias, pois em face aos requisitos de segurança no armazenamento e abastecimento do hidrogênio, a recarga se dá em locais predefinidos para tal, sem a opção do abastecimento doméstico. De forma concreta, o local de abastecimento de hidrogênio tem similaridades ao posto convencional de combustíveis, quanto a sua aparência e organização. Além dos aspectos citados, a recarga em si pode adquirir variantes próprias, a saber (IEA, 2019):

- Condutiva: em que há conexão física por cabo durante a recarga, podendo ser em corrente alternada (CA) ou em corrente contínua (CC), com amplas faixas de potência;
- Indutiva: em que não há conexão física por cabo durante a recarga (*wireless*);
- Pantográfica: realizada ao longo da via, em locais estratégicos, majoritariamente em corrente contínua (CC). Tem aplicação típica em ônibus e caminhões pesados;
- Troca de bateria (ou *battery swap*): realizada diretamente pela troca da bateria com baixo SOC (*State of Charge*) por outra com maior SOC. Tem ganhado grande difusão em motos e *scooters*; e
- Hidrogênio: posto de abastecimento com parâmetros que se assemelham ao modelo atual de posto de combustível (preenchimento do tanque, tempo de abastecimento). Pode haver o

abastecimento de combustíveis alternativos em caso de reforma, como o etanol, por exemplo.

A mobilidade elétrica traz consigo novas vertentes tecnológicas que se voltam não somente aos veículos, mas também aos elementos que o cercam, como a infraestrutura de recarga, por exemplo. É certo que traz o desenvolvimento tecnológico e a formação de novas competências e confere o posicionamento que se pretende quanto às capacidades produtivas e às inovações.

Sobre o que representa então a mobilidade elétrica no Brasil, deu-se mais um passo na difusão dessa tecnologia no ano de 2021, em que o aumento das unidades vendidas, a amplificação dos modelos disponíveis e o debate sobre as rotas de implementação contribuíram para se tornar cada vez mais comum o entendimento das diversas arquiteturas existentes, principalmente aquelas em que já se vê os veículos circulando nas ruas, como o VEH, VEHP e VEB.

Figura 12. Categorias dos diferentes tipos de recarga



Fonte: elaboração própria

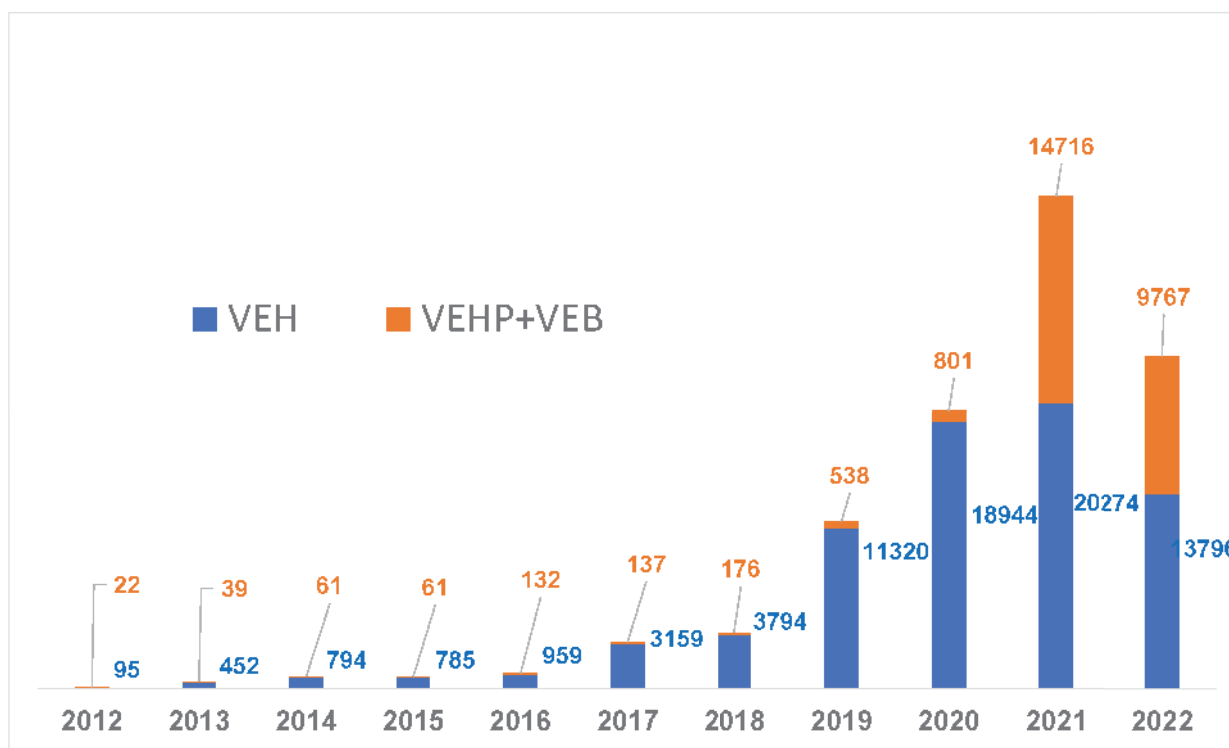
2.4 Comportamento de mercado em 2021/2022 para elétricos e híbridos

Ao olhar para a esfera brasileira, verifica-se um desempenho de mercado que demonstra números e volumes tímidos, se comparados a outros mercados automotivos globais. Contudo, deve-se atentar à dinâmica do mercado brasileiro, que vem crescendo de forma exponencial, superando ano após ano as marcas estabelecidas em termos de novas vendas.

2.4.1 Leves (automóveis e comerciais leves)

De acordo com a ABVE, estima-se que existam cerca de 100 mil veículos (automóveis e comerciais leves) elétricos e híbridos emplacados entre 2012 e o primeiro semestre de 2022.

Figura 13. Emplacamentos de veículos (automóveis + comerciais leves) de 2012 até o 1º semestre de 2022



Fonte: adaptado de ABVE (2022)¹⁷

¹⁷Nota técnica: considera estimativas elaborada pelos autores.

A maioria absoluta (pouco mais de 74 mil veículos) se refere ao VEH¹⁸, tendo estoque intermediário de emplacamentos dos VEHP e, em menor montante, mas de caráter ascendente, os VEB com, aproximadamente, 8.600 unidades acumuladas. De acordo com os números, o ano de 2019 pode ser entendido como um marco por romper a dezena de milhar de unidades vendidas no Brasil, com ampla maioria de veículos híbridos – VEH, sendo que, nesse mesmo ano, houve o lançamento do primeiro modelo híbrido *flex* (gasolina/etanol) do país. Esse modelo representou o único do seu tipo no mundo, alcançando pouco mais que a metade desse volume, com 54% das vendas. Em 2020, registrou-se o emplacamento de aproximadamente 20 mil unidades, durante os efeitos da pandemia do coronavírus no Brasil e no mundo. Mesmo com a reverberação do encolhimento das vendas de veículos, seja pela paralização da produção por falta de componentes ou pela diminuição do consumo das famílias e investimentos, o ano de 2020 experimentou o dobro de vendas em relação ao ano precedente (2019). Ressalta-se, ainda, que em 2020 os VEB alcançaram a marca de 1% de participação nacional nas novas vendas.

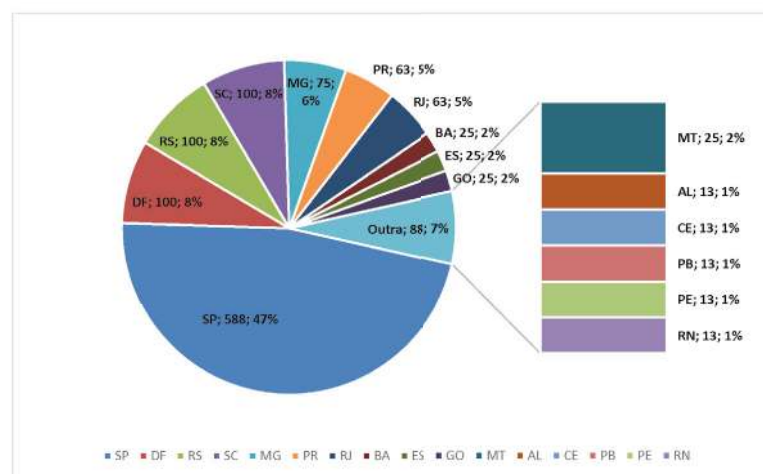
E essa mesma dinâmica também se colocou para 2021, que, mesmo com os efeitos prolongados da pandemia, atingiu, aproximadamente, 35 mil veículos emplacados, representando, aproximadamente, 2% do total das novas vendas e crescimento de 77% sobre as 19.745 unidades do ano anterior. Até julho de 2022, foram emplacados 23.563 veículos (13.796 VEH, 5.931 VEHP e 3.836 VEB) e estima-se que, na taxa de crescimento desenvolvida até então, o ano poderá fechar com, aproximadamente, 40 mil unidades emplacadas.

2.4.2 Infraestrutura

Acerca da infraestrutura, visualiza-se também uma expansão em marcha expressiva: dos 226 pontos de recargas públicas/semipúblicas instalados no Brasil, em 2019, constatou-se um salto para 1250 pontos públicos e semipúblicos, concentrados principalmente no eixo sul e sudeste do país, tendo como referência o mês de fevereiro de 2022 (ABVE, 2022).

E onde estão essas estações de recarga no país? Em quais territórios e regiões específicas? Essas questões são respondidas conforme o Gráfico 13:

Gráfico 12. Distribuição da infraestrutura de recarga no Brasil por estados (2022)

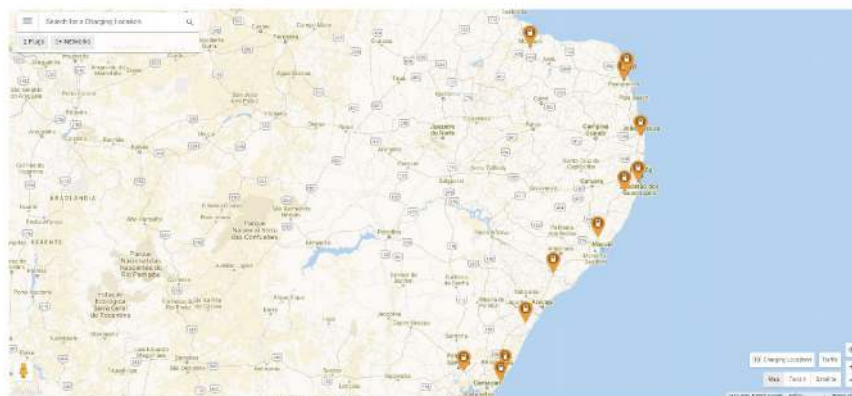


Fonte: adaptado de ABVE (2022)¹⁹

¹⁸ Representados principalmente pelos modelos Toyota Corolla e Corolla Cross.

¹⁹ Nota técnica: considera estimativas elaborada pelos autores.

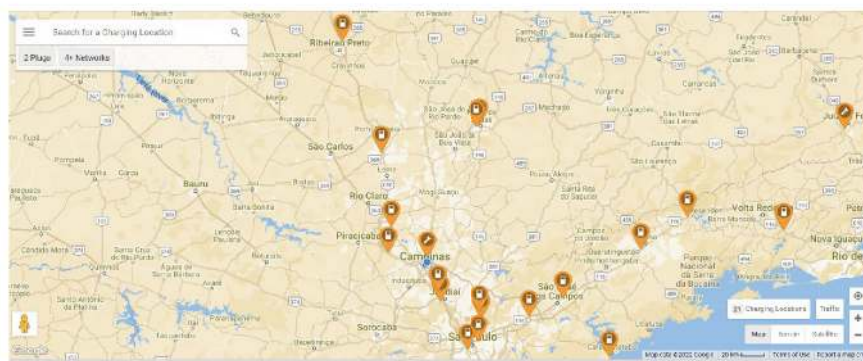
Figura 15. Rede de estações rápidas na região Nordeste



Fonte: extraído de Plugshare (2022)

No Sudeste, há o corredor de estações de recarga na Rodovia Presidente Dutra, que permite realizar uma viagem completa em veículo elétrico entre as capitais de São Paulo e Rio de Janeiro (EDP, 2018). Implementado em 2018, tratou-se de uma iniciativa da EDP juntamente com a BMW Group Brasil, com apoio da Ipiranga. Outra iniciativa relevante, também do grupo EDP, é a parceria com a rede Graal para instalar estações de recarga no estado de São Paulo, no âmbito do projeto Plug&GO, que visa estabelecer uma rede de recarga ultrarrápida de automóveis elétricos na América do Sul, tendo a parceria com as fabricantes Audi, Porsche e Volkswagen (EDP, 2022).

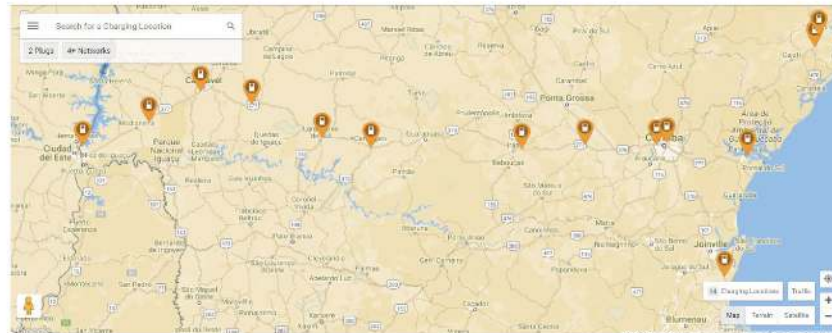
Figura 16. Rede de estações de recarga rápidas na região Sudeste



Fonte: extraído de Plugshare (2022)

Já na região Sul, mais especificamente no estado do Paraná, encontra-se a Eletrovia da Copel, como amplamente é conhecida. A eletrovia foi inaugurada no final de 2018, tendo 12 estações de recarga ao longo da rodovia BR-277, que liga o extremo leste ao extremo oeste do estado. O projeto foi resultado de uma parceria entre a Companhia Paranaense de Energia (Copel) e a Itaipu Binacional, com um aporte de R\$ 5,5 milhões no projeto (COPEL, 2021).

Figura 17. Rede de estações de recarga rápidas na região Sul



Fonte: extraído de Plugshare (2022)

Por fim, no que se refere à malha de recarga rápida no país, há o projeto “Eletroposto Celesc”. Trata-se de uma iniciativa da Celesc Distribuição S.A., no âmbito do programa de P&D da ANEEL, para “estudar a recarga de veículos elétricos, seus impactos na rede de distribuição e a forma de inserção dos eletropostos no mercado nacional.” Desenvolvido pela Fundação CERTI, o projeto instalou estações de recargas rápidas na área costeira de Santa Catarina, bem como no seu interior, visando proporcionar uma viagem de longa distância aos usuários de carro elétrico da região (CELESC, 2022).

Figura 18. Rede de estações de recarga rápidas na região Sul (continuação)



Fonte: extraído de Plugshare (2022)

2.4.3 Transporte público elétrico

Sobre o transporte público, a inserção dos ônibus de baixa emissão majoritariamente tem estado associada a projetos piloto e demonstrativos. Esses projetos funcionam como experimentos ou “lôcus de aprendizagem” para os diferentes atores que participam, incluindo os governos, as empresas de energia, universidades, centros de P&D, empresas de ônibus, de componentes e operadores de frota.

A maioria desses projetos são realizados no âmbito local e permitem testar as diferentes alternativas de ônibus de baixa emissão em ambientes controlados e identificar os benefícios dessas tecnologias, os ganhos ambientais associados à redução de emissões, a eficiência energética, os custos de operação e manutenção, em comparação aos ônibus movidos a *Diesel* (BERMÚDEZ, 2018).

No Quadro 5, consta um resumo dos principais projetos demonstrativos de ônibus de baixa emissão no Brasil, com seu objetivo geral, os principais atores envolvidos e a instituição financiadora.

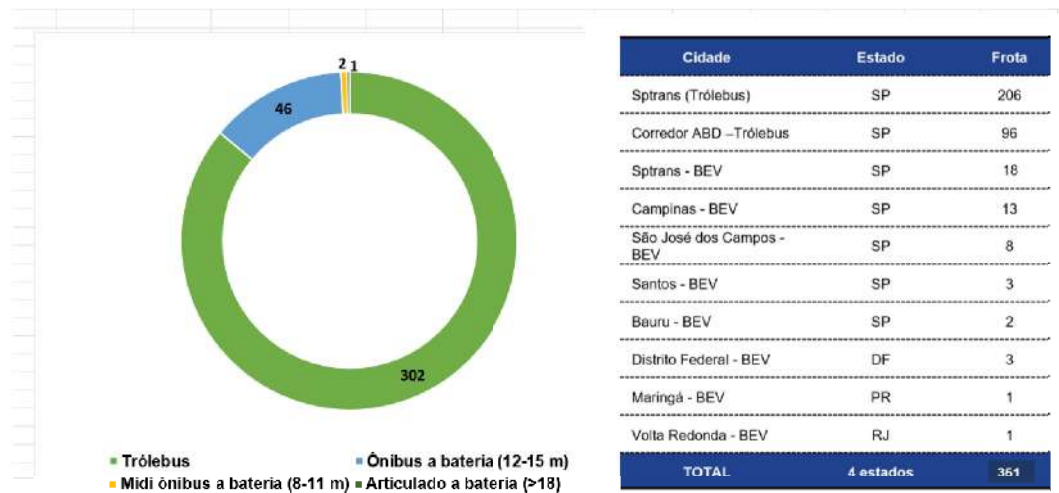
Quadro 5. Projetos demonstrativos de Ônibus de Baixa Emissão no Brasil

Nome do Projeto/ Data de execução	Objetivo Geral	Atores envolvidos	Financiador
<p>“Ônibus Brasileiro a Hidrogênio” 2006-2014</p>	<p>Desenvolvimento de três ônibus a hidrogênio com parcerias entre empresas nacionais e estrangeiras. Além disso, o projeto desenvolveu e instalou uma estação de produção de hidrogênio por eletrólise.</p>	<p>PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) Estado de São Paulo; EMTU/SP; Ministério de Minas e Energia; EPRI; AES Eletropaulo; <i>Ballard Power Systems; Hydrogenics Advanced Hydrogen Solution; Nucellsys;</i> Petrobras; Marcopolo; <i>Tutti Transporti.</i></p>	<p>Fundo Global para o Meio Ambiente (<i>Global Environment Facility</i> GEF) e FINEP</p>
<p>Programa ECOFROTA São Paulo 2011-2014</p>	<p>Realizar testes e projetos demonstrativos com diferentes tecnologias de ônibus (<i>diesel</i> de cana de açúcar; etanol; trólebus; biometano/gás natural; híbrido; elétrico a bateria; hidrogênio) que permitam alcançar as metas da Lei do Clima de São Paulo (Artigo 50 da Lei 14.933/2009)</p>	<p>Prefeitura de São Paulo; Secretaria Municipal de Transportes de São Paulo; SPTrans; CET (Companhia de Engenharia de Tráfego).</p>	<p>SPTrans e operadores de frota</p>

<p>“Desenvolvimento e testes de ônibus urbanos com tração elétrica” 2012-2018</p>	<p>Desenvolvimento de três protótipos de ônibus de uso urbano: i) ônibus elétrico a bateria; ii) ônibus híbrido elétrico a hidrogênio; iii) ônibus híbrido elétrico a etanol.</p>	<p>Eletronbras Furnas Centrais Elétricas S.A; FINEP; UFRJ; COPPE; Laboratório de Hidrogênio LabH₂ COPPE-UFRJ; Petrobrás; CNPq; FAPERJ; WEG; Rotarex, Busscar; Guardian; EnergiaH; Energysat; Eletrocell; Controllato; Manvel; Hubz.</p>	<p>Programa P&D ANEEL</p>
<p>“Smart City Concepts in Curitiba: Innovation for sustainability mobility and energy efficiency” 2014-2017</p>	<p>Explorar soluções sustentáveis para a mobilidade urbana com potencial para melhorar a eficiência energética e reduzir os GEE, com foco na eletrificação de ônibus (ônibus híbridos articulado e <i>plug-in</i>).</p>	<p>Prefeitura de Curitiba; URBS; UTFPR; IPPUC; CIBS; Ericsson; SETRANS; KTH; Volvo; Combitech.</p>	<p>VINNOVA (The Swedish Governmental Agency for Innovation System)</p>
<p>“Ônibus Elétrico a Bateria da Universidade Federal de Santa Catarina” 2016-2019</p>	<p>Testar um ônibus elétrico a bateria no campus da UFSC, usando exclusivamente um sistema fotovoltaico para sua recarga.</p>	<p>Grupo de Pesquisa Estratégica em Energia Solar FOTOLVOLTÁICA-UFSC; Eletra; Motores WEG; Marcopolo; Mercedes Benz.</p>	<p>Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC)</p>
<p>“Ônibus Elétrico-Híbrido a Etanol” Itaipu Binacional 2010-Atual</p>	<p>Desenvolver um protótipo de ônibus elétrico a etanol com tecnologia nacional para fortalecer capacidades locais de fabricação.</p>	<p>Itaipu Binacional; Eletra; Mascarello; Tutto Transporti; Motores WEG; Magnetti Marelli; Mitsubishi; FZ Sonick; Euroar.</p>	<p>FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos)</p>
<p>“Projeto Piloto de Ônibus Elétricos em Campinas” 2017-Atual</p>	<p>Testar ônibus elétricos a bateria na cidade de Campinas sob o modelo de <i>leasing</i> de baterias.</p>	<p>BYD Brasil; Itajai Transportes Coletivos; Coletivos Pádova.</p>	<p>BYD Brasil e operadoras (modelo <i>leasing</i>)</p>
<p>Projeto Piloto Ônibus Elétrico a Bateria em São Paulo 2019-Atual</p>	<p>Testar a operação de 18 ônibus elétricos a bateria na cidade de São Paulo, junto com a infraestrutura de recarga.</p>	<p>BYD Brasil; SPTrans, Transwolff</p>	<p>Transwolff (operadora de frota)</p>
<p>Campus Sustentável-Ônibus Elétrico a</p>	<p>Testar a operação de um ônibus elétrico a bateria dentro do campus da</p>	<p>Unicamp; CPFL Energia; BYD Brasil</p>	<p>Programa de P&D e de Eficiência</p>

Segundo dados coletados pela Plataforma E-Bus radar, até julho de 2021, o Brasil tinha 350 ônibus elétricos em operação, dos quais 302 são trólebus e 48 são ônibus elétricos a bateria de diferentes tamanhos. No Gráfico 14, apresenta-se essa distribuição.

Gráfico 13. Número de ônibus elétricos no Brasil e localização relacionada (julho 2022)



Fonte: elaboração própria com dados do E-Bus Radar (2022)

A maior frota de ônibus de baixa emissão corresponde aos trólebus, que operam na cidade de São Paulo, no Corredor Metropolitano ABD e na cidade de Santos (SP). Em relação aos ônibus elétricos a bateria, 45 deles estão no segmento de 12-15 metros, tendo sido montados pela empresa BYD, sediada em Campinas.

A cidade de São Paulo, via SPTrans, tem suportado a operação de 18 ônibus elétricos a bateria da empresa chinesa BYD, junto ao operador Transwolff.

A cidade de Campinas conta com 15 ônibus elétricos a bateria, operados pelas empresas Itajaí Transportes Coletivos e Coletivos Pádova, e 1 ônibus elétrico comprado pela CPFL, que começou a operar no campus da Unicamp em 2020, além de 3 ônibus híbridos e 3 taxis elétricos.

Outras cidades que têm unidades de ônibus elétricos a bateria são: Bauru (2); Brasília (6); Maringá (3); Santos (1); Região Metropolitana de São Paulo (1 ônibus articulado) e Volta Redonda (3).

2.5 Novas políticas e instrumentos dos estados e municípios e configuração 2022

O objetivo desta seção é descrever e analisar as principais iniciativas de políticas públicas, programas e discussões incorporadas às agendas decisórias que versam sobre mobilidade elétrica nas diferentes esferas governamentais brasileiras, quais sejam de âmbito federal, estadual ou municipal, e a qual órgão, autarquia ou instância estejam relacionadas.

Assim, retoma-se a discussão similar empreendida no primeiro Anuário (2021), trazendo novamente as políticas vigentes outrora apresentadas, mas de uma forma mais sucinta e assertiva, pois já foram analisadas a última versão. O destaque e aprofundamento ficam para os novos instrumentos observados e identificados nesse ínterim, de 2021 a 2022, onde novas ações dos diferentes atores governamentais foram perceptíveis, como, por exemplo, o papel de alguns municípios perante novas licitações de transporte público incorporando o ônibus elétrico, bem como a retomada da Frente Parlamentar Mista para a Eletromobilidade; conteúdos novos e que serão analisados na sequência.

Desta feita, parte-se então para a primeira perspectiva de análise que olha para a esfera federal e destaca os instrumentos vigentes que tem a mobilidade elétrica dentro de seu escopo ou as aborda/abrange de alguma forma.

2.5.1 Políticas Federais

No Quadro 6, são apresentadas as políticas públicas para a mobilidade elétrica, mapeadas na escala de ação federal. Como forma de apresentação, mostra-se o instrumento legal associado, como a resolução ou lei que respalda a ação, bem como o órgão responsável pela construção/outorga/monitoramento do instrumento, e por fim, o objetivo principal e a racionalidade da política de fato.

Quadro 6. Políticas Públicas Federais Pró-Mobilidade Elétrica no Brasil

Política Pública	Órgão Responsável	Objetivo Principal
Resolução CAMEX nº 97 de 26 de outubro de 2015	Câmara de Comércio Exterior – Ministério da Economia	Determina isenção ou diminuição do Imposto de Importação para VEB, VEH e VECC
Resolução ANEEL nº 819 de 19 de junho 2018	Agência Nacional de Energia Elétrica – Ministério de Minas e Energia	É o primeiro sinal regulatório que fundamenta os princípios do serviço de recarga dos veículos em eletropostos
Decreto da Presidência da República nº 9.442 de 5 de julho de 2018	Secretaria Geral da Presidência da República	Determina diminuição da alíquota de Imposto sobre Produtos Industrializados para VEB e VEH
Programa de Eletromobilidade do BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – Ministério da Economia	Financiamento para o desenvolvimento de um ecossistema da eletromobilidade e para compras de VEs por corporações
Chamada 22 - P&D ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica – Ministério de Minas e Energia	Financiamento de projetos para geração de modelos de negócios e soluções de mercado para a eletromobilidade

Rota 2030 - Lei Nº 13.755, de 10 de dezembro de 2018	Secretaria Geral da Presidência da República	Incentiva as atividades de inovação relacionadas a novas tecnologias de propulsão. eletromobilidade e eficiência energética
Frente Parlamentar Mista pela Eletromobilidade	Senado	Debater o desenvolvimento sustentável aliado à inovação tecnológica, com foco nos veículos elétricos
Em andamento – Projeto de Lei	Câmara de Comércio Exterior – Ministério da Economia	Projeto de lei que isenta veículos elétricos e híbridos do Imposto de Importação até 31 de dezembro de 2025

Fonte: elaborado a partir de Aneel (2018); BNDES (2018); Fontes (2018); Barassa (2019); e Fundep (2020).

Resolução CAMEX nº 97, de 26 de outubro de 2015

Esta resolução da Câmara de Comércio Exterior elimina o Imposto de Importação de 35% sobre os automóveis elétricos a bateria ou a célula de combustível, com autonomia mínima de 80 km. Inclui também os modelos híbridos, variando a redução de 2% a 7%, dependendo da capacidade do motor e da eficiência energética (CAMEX, 2015).

Destaca-se, ainda, ação complementar da CAMEX nº 27 de 24 de março de 2016, que também zerou a alíquota desse imposto para automóveis de transporte de mercadorias elétricos a bateria ou a célula de combustível, com autonomia mínima de 80 km.

Esta medida foi uma sinalização do poder público brasileiro no sentido de promover o início da mobilidade elétrica no país, fazendo a escolha de priorizar, num primeiro momento, as oportunidades de importação. Essa escolha abriu o mercado brasileiro para acolher os modelos importados.

Resolução ANEEL nº 819, de 19 de junho 2018

Esta foi a primeira normativa que regula o serviço de recarga de veículos elétricos, composta pelo entendimento de que o serviço de recarga é uma atividade que envolve competição, e que é desassociado e distinto da comercialização, fornecimento e distribuição de energia elétrica convencionais. A partir de então, todo aquele que quiser vender um serviço baseado em suprimento de energia para veículos elétricos tem a permissão

de escolher o modelo de negócios que lhe for conveniente. Em outros termos, está permitida a realização de atividades de recarga para veículos elétricos, mesmo que com intenção de exploração comercial a preços livremente negociados. Se for de entendimento da distribuidora de energia elétrica local, ela pode fazer a instalação de eletropostos em sua área de atuação para fornecer pontos de recarga pública para os veículos (ANEEL, 2018).

Um dos objetivos com a promulgação dessa regulamentação foi reduzir a incerteza para os investidores em infraestrutura de recarga, tendo sido optada uma regulamentação mínima, evitando interferências com a operação da rede elétrica, bem como algum impacto significativo nas tarifas de energia elétrica para os consumidores.

Decreto da Presidência da República nº 9.442, de 5 de julho de 2018

Decreto presidencial que altera a alíquota do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para veículos equipados com motores híbridos ou elétricos. Com essa medida, a alíquota diminuiu de 25% para 7% para veículos elétricos a bateria; e de 25% para 20% para o caso dos veículos elétricos híbridos. Dessa forma, foram equiparadas as tributações com os veículos de motorização tradicional, considerando a questão da eficiência energética (GOVERNO FEDERAL, 2018).

Em termos gerais, trata-se de uma ação do governo no sentido de alterar a curva de adoção de veículos

elétricos no país, lançando mão de receber parte da tributação antes atribuída a esse tipo de veículo. Ainda que essa seja uma prática comum em países que adotaram a eletromobilidade com mais intensidade, pode-se considerar essa renúncia fiscal como um dos passos iniciais, que, contudo, não pode ser o único a pavimentar esse caminho.

Programa de Eletromobilidade do BNDES

Esta é uma estratégia do BNDES que almeja o desenvolvimento da eletromobilidade com dois principais propósitos: financiar o ecossistema de mobilidade (montadoras e empresas de componentes) que desejem performar a produção brasileira de veículos elétricos; e financiar instituições que queiram comprar veículos elétricos para aplicá-los em novos modelos de negócios baseados em frotas corporativas ou mobilidade urbana. Tendo início em 2020, essa oportunidade figura como uma visão de fronteira para o desenvolvimento da eletromobilidade no Brasil, oferecendo alíquotas de crédito mais atrativas para quem desejar investir neste setor (BARASSA, 2019).

A abordagem desse eixo estratégico está apoiada em três pilares, quais sejam:

- i. o credenciamento, que se refere a uma taxa gradual de conteúdo mínimo local, sendo incorporado em logo prazo, e que utiliza critérios diferenciados de apuração do conteúdo local para as principais tecnologias e componentes;
- ii. o financiamento à produção de veículos elétricos e híbridos, bem como seus equipamentos de recarga e componentes, com destaque para o desenvolvimento de linhas de montagem e produção de baterias de tração e células de combustível;
- iii. o financiamento à aquisição de veículos e equipamentos orientados a modelos de negócio que utilizem veículos elétricos; e implantação de eletropostos de recarga; além de implantação de infraestrutura de abastecimento veicular com hidrogênio obtido com reforma de etanol;

e infraestrutura de distribuição de energia elétrica.

Acrescente-se a este contexto que essa estratégia do BNDES dá continuidade a alguns investimentos já realizados pelo Banco para a promoção da eletromobilidade, dentre os quais se destaca a chamada pública que proporcionou o investimento (não reembolsável) realizado entre 2018 e 2019 de R\$ 6,7 milhões para o desenvolvimento de modelos de eletropostos de recarga lenta (8 a 16 horas), semirrápida (2 a 4 horas) e rápida (até 1 hora). Foram dois os projetos contemplados, um do CPqD em parceria com a PHB Eletrônica Limitada, e o segundo da Fundação CERTI em parceria com a WEG (BNDES, 2018).

Esses volumes de investimento em projetos estratégicos posicionam o BNDES como uma entidade pública importante para a construção de um ecossistema de inovação robusto para a eletromobilidade no Brasil.

Chamada 22 - P&D ANEEL

Essa proposta foi construída em cooperação com o setor da mobilidade elétrica por meio da RISE (Rede de Inovação do Setor Elétrico), promovendo discussões de âmbito técnico com representantes do setor produtivo e acadêmico. Tendo contribuído inicialmente com uma nota técnica SPE/ANEEL nº 170, de 14 de junho de 2018, posteriormente, esses subsídios contribuíram para a identificação e discussão de medidas regulatórias possíveis, bem como para a realização de uma chamada estratégica para o tema (BARASSA, 2019).

Esta chamada estratégica da ANEEL tem o objetivo de gerar negócios e soluções de mercado para a eletromobilidade em um período de quatro anos (2020-2024). Estão contemplados nesta proposta modelos de negócio, equipamentos, tecnologias, serviços, sistemas ou infraestruturas que apoiem o desenvolvimento ou operação dos veículos elétricos (ANEEL, 2019). Em outras palavras, há na Chamada elementos que servirão, não somente como fomentadores do desenvolvimento tecnológico, mas também para impulsionar o

mercado relacionado à implantação de estações de recarga e comercialização de energia elétrica.

Para tanto, foram aportados, aproximadamente, R\$ 600 milhões, sendo R\$ 100 milhões em contrapartida oriundos de recursos externos ao programa (CASTRO et al., 2020). Esse aporte configura-se como o maior volume de recursos já direcionado para tal atividade no Brasil.

Rota 2030 - Lei nº 13.755, de 10 de dezembro de 2018

O Rota 2030 é uma política industrial automotiva do Brasil, iniciada em 2018, com vigência de 15 anos. Trata-se de um aprimoramento e remodelação do antigo programa Inovar Auto, que além de mais curto do ponto de vista do prazo, não contemplava diretamente ações pró-mobilidade elétrica. Essa política define uma série de regulações e incentivos, com o intuito de aprimorar a competitividade e a logística do sistema de transportes no país, de forma geral (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020). Ou seja, esse programa não é exclusivo para a mobilidade elétrica, na medida em que considera a promoção de atividades de inovação voltadas aos biocombustíveis e à novas tecnologias de propulsão.

Alguns dos principais objetivos dessa lei incluem o aumento do investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação no setor automotivo brasileiro, além do estímulo a novas tecnologias de propulsão à eficiência energética de veículos (FONTES, 2018). Essa eficiência pode ser desenvolvida localmente utilizando os incentivos em pesquisa e desenvolvimento contidos nessa lei. A política também prevê incentivos para projetos desenvolvidos entre empresas e universidades, com recursos aportados pela renúncia fiscal do Governo Federal.

Destaca-se, complementarmente, as chamadas públicas referentes à linha cinco do programa: Biocombustíveis, Segurança Veicular e Propulsão Alternativa à Combustão. Essas chamadas irão

aportar R\$ 21 milhões em projetos de institutos de ciência e tecnologia que realizem parcerias com startups e empresas no Brasil, promovendo o desenvolvimento da indústria e da pesquisa nacionais (FUNDEP, 2020).

Frente Parlamentar Mista pela Eletromobilidade

A Frente Parlamentar Mista pela Eletromobilidade foi aprovada pelo Senado no começo de 2022. A proposta da criação da Frente foi apresentada pelo senador Rodrigo Cunha (PSDB-AL), no Projeto de Resolução (PRS) 64/2021, cujo objetivo é promover debates, iniciativas e projetos de lei a respeito de políticas públicas e outras medidas que estimulem a mobilidade elétrica no Brasil.

Retoma-se, assim, a frente outrora arquitetada em 2018/2019, com vistas à continuidade desses trabalhos. Espera-se, por exemplo, que os aproximados 50 projetos de lei relacionados à mobilidade elétrica que estão na Câmara possam ser pautados e discutidos objetivando desdobramentos concretos ao setor²⁰. Ainda, vislumbra-se que a Frente possa amplificar o debate perante a sociedade, catalisando essa discussão para diferentes stakeholders, bem como sensibilizando o público em geral perante essa agenda.

Sem dúvidas, o ano eleitoral em curso aos cargos a nível federal e estadual impõe desafios para a continuidade dos trabalhos da Frente, haja vista que membros do legislativo poderão ser trocados. Contudo, aponta-se que a Frente já demonstra sua resolução associada, o que caracteriza que as discussões e desdobramentos deverão ser executada em suas instâncias.

O que está em andamento? O projeto de lei que isenta veículos elétricos e híbridos do Imposto de Importação até 31 de dezembro de 2025.

Atualmente, no final de abril de 2022, aguarda-se a votação na Comissão de Assuntos Econômicos (CAE) do Senado o PL 403/2022 - projeto de lei

²⁰ Ver, a esse respeito, o conjunto de projetos de lei citado e discutido na Primeira Edição do Anuário Brasileiro de Mobilidade Elétrica (2021).

que isenta veículos elétricos e híbridos do Imposto de Importação até 31 de dezembro de 2025.

Em síntese, enxerga-se tímidos avanços na esfera federal, com sobressalência sobretudo de ações vindas do legislativo, como a frente parlamentar e novos projetos de lei.

E nas outras esferas? Como está esse debate? Tem sido empreendidos esforços nessa direção da mobilidade elétrica? A próxima seção trata de apresentar as políticas e instrumento sob a perspectiva dos estados.

2.5.1 Políticas Federais

No Quadro 7, são apresentadas as políticas públicas para a mobilidade elétrica, mapeadas na escala de ação estadual. Segue-se, de forma espelhada, o modelo de apresentação, com o apontamento do instrumento legal associado, bem como o órgão responsável pela construção/outorga/monitoramento do instrumento e, por fim, o objetivo principal e a racionalidade da política de fato.

Quadro 7. Políticas Públicas Estaduais Pró-Mobilidade Elétrica no Brasil

Política Pública	Governo Estadual	Objetivo Principal
Isenção de Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores	Ceará, Distrito Federal, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, e Rio Grande do Norte	Isenção Total ou Parcial de IPVA
Metas de eletrificação	Pernambuco, Minas Gerais e São Paulo	Planos Estaduais com metas de eletrificação
Projeto VEM DF ²¹	Distrito Federal	Compartilhamento de veículos elétricos para frotas públicas do Governo do Distrito Federal
Locação de ônibus 100% elétricos	Goiás	Contratação de serviço de locação de ônibus 100% elétricos
Protocolo de intenções	Minas Gerais	Protocolo de intenções com a Bravo Motor Company para a construção de uma fábrica de veículos elétricos e <i>packs</i> de baterias na Região Metropolitana de Belo Horizonte
Dia da mobilidade elétrica	Paraná	Criação de uma data estadual oficial para a mobilidade elétrica
Projeto VEM PR	Paraná	Compartilhamento de veículos elétricos para frotas públicas do Governo Estadual do Paraná
Programa Noronha Carbono Zero	Pernambuco	Tornar Fernando de Noronha o primeiro território carbono-neutro do Brasil e

²¹ Por conveniência analítica, categorizamos o Distrito Federal em conjunto com os demais estados da Federação.

		desenvolver modelos de gestão sustentável, novos negócios colaborativos e com baixa emissão de carbono
Parceria SC/GM	Santa Catarina	Parceria visa fomentar a mobilidade elétrica
Programa Pró Veículo Verde	São Paulo	Incentivo à produção de carros híbridos ou movidos à energia limpa no Estado.
Redução na alíquota do ICMS	São Paulo	Redução do ICMS para veículos elétricos e híbridos

Fonte: elaborado a partir de Agência Brasília (2019); Assobrav (2019); Diário de Pernambuco (2019); ABVE (2020); ANP (2020).

Isenção de Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores

No âmbito das escalas intermediárias de governo, aqui tratadas pela estrutura governamental dos governos estaduais, destaca-se os vários estados que aderiram à política de isenção do IPVA (Imposto sobre Propriedade de Veículos Automotores) para os veículos elétricos, de forma total ou parcial, a depender do caso. Segundo a ABVE (2020), oito estados brasileiros, além do Distrito Federal, garantem alguma isenção, quais sejam: Ceará, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro e Rio Grande do Norte.

Estado	Lei e alíquotas de desconto
Ceará	A alíquota do IPVA é de 1% para os veículos elétricos, em 2022.
Distrito Federal	Lei sancionada em dezembro de 2021: isenção do IPVA será concedida aos "automóveis movidos a motor elétrico, inclusive denominados híbridos, movidos a motores a combustão e, também, a motor elétrico".
Maranhão	100% de isenção do imposto para carros elétricos e híbridos.
Paraná	Lei Nº 19971 DE 22/10/2019: isenção parcial do IPVA para veículos equipados unicamente com motor elétrico para propulsão, em 3,5% do valor do automóvel, até o dia 31 de dezembro de 2022.
Pernambuco	Art. 5º, LEI Nº 10.849: isenta do IPVA a propriedade de: (Redação alterada pelo art. 1º da Lei nº 15.953, de 20 de dezembro de 2016.) veículo movido a motor elétrico.
Piauí	Lei Nº 7192 DE 29/03/2019: as alíquotas do imposto são: 1,0% (um por cento), para veículos movidos exclusivamente a motor elétrico.
Rio de Janeiro	Inciso VI-A do art. 10 acrescentado pela Lei nº 7.068/2015: isenção parcial do IPVA em 1,5% (um e meio por cento) para veículos que utilizem gás natural ou veículos híbridos que possuem mais de um motor de propulsão. Inciso VII do art. 10 alterada pela Lei nº 7.068/2015: isenção parcial do IPVA - 0,5% (meio por cento) para veículos que utilizem motor de propulsão especificado de fábrica para funcionar, exclusivamente, com energia elétrica.
Rio Grande do Norte	Decreto Nº 29775 DE 23/06/2020: aplica-se aos veículos movidos a motor elétrico.
Rio Grande do Sul	IPVA Verde: a isenção do IPVA para os veículos elétricos e híbridos até 2023.

Fonte: elaboração própria, a partir de: Legislaweb (2022)²², Diário do Transporte (2020)²³, Alepe (2022)²⁴, Governo do Estado do RJ (2022)²⁵ e Diário do Nordeste (2021)²⁶

Planos Estaduais com metas de eletrificação

Os planos estaduais com metas de eletrificação refletem os interesses dos governos perante as agendas climáticas, inovação, meio ambiente, eficiência energética, bem como de ordem de capital político construído, por exemplo, e apontam e direcionam as próximas ações e iniciativas. Existem alguns estados brasileiros com planos mais robustos e com metas claras, a saber: São Paulo, Pernambuco e Minas Gerais (em 2021, o Governo de Minas deu início ao desenvolvimento do Plano Estadual de Ação Climática, o qual segue em direção à meta de descarbonização do estado até 2050).

Destaca-se o Plano de Descarbonização do Estado de Pernambuco, o qual possui como meta a substituição de veículos leves de motor a combustão interna por veículos elétricos em: 27%, até 2035; e, em 100%, até 2050.

Projeto VEM DF

Desenvolvido em parceria com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), este projeto demonstrativo é composto por 16 Renault-Twizy, atendendo funcionários públicos previamente cadastrados. Inclui, ainda, a instalação de 35 eletropostos fabricados pela empresa WEG, que poderão ser usados por carros de quaisquer outras montadoras, sem cobrança de valor pela recarga (AGÊNCIA BRASÍLIA, 2019).

Há neste projeto, também, um intuito de sensibilização do servidor público em relação à eletromobilidade, incluindo gestores/tomadores de decisão/formuladores de políticas nos diversos órgãos e ministérios do Distrito Federal.

²¹ A esse respeito, consultar: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=397443>; <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=383781>; <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=150947>

²² A esse respeito, consultar: <https://diariodotransporte.com.br/2020/07/17/reforma-tributaria-no-rio-grande-do-sul-preve-isencao-de-ipva-por-quatros-anos-para-onibus-com-caracteristicas-de-biosseguranca/>

²³ A esse respeito, consultar: <http://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=6962&tipo=TEXTOATUALIZADO>

²⁴ A esse respeito, consultar: http://www.fazenda.rj.gov.br/sefaz/faces/oracle/webcenter/portallapp/pages/navigation-renderer.jspx?datasource=UCMServer%23dDocName%3A98872&_adf.ctrl-state=yr07eyt49_1&_afLoop=70308320535041753&_afWindowMode=0&_afWindowId=null

²⁵ A esse respeito, consultar: <https://diarionordeste.verdesmares.com.br/negocios/ipva-mais-carro-do-ceara-custa-r-639-mil-veja-qual-carro-1.3175143>

Locação de ônibus 100% elétricos de Goiás

O Governo de Goiás, por meio da Metrobus S/A, lançou, em abril de 2022, licitação, na modalidade pregão eletrônico, para contratação de serviço de locação de ônibus 100% elétricos articulados para a substituição da frota do Eixo Anhanguera. O edital prevê o aluguel de 114 veículos em um período de 16 anos de operação. Nesse período, o Estado vai custear a taxa de manutenção e a energia elétrica para abastecer a frota. O valor mensal máximo por carro será de R\$ 69.594,84 mil.

Parte de um pacote de ações para a reestruturação do transporte coletivo em Goiânia e Região Metropolitana, a iniciativa é implementada por meio da Metrobus, em parceria intermediada pela Secretaria-Geral da Governadoria (SGG)²⁸ com o consórcio formado pelas empresas Enel X, Marcopolo e Consórcio HP-ITA (Urbi Mobilidade Urbana).

Protocolo de intenções entre Minas Gerais e a Bravo Motor Company

Em março de 2021, o Governo de Minas e a Bravo Motor Company, empresa que tem foco na produção de baterias e veículos elétricos, assinaram um protocolo de intenções que prevê a implantação de uma fábrica de veículos movidos a energia elétrica e de fabricação de packs de bateria, com investimento estimado em R\$ 25 bilhões na primeira fase do projeto, aporte que será investido até o final de 2029.

A cidade de Nova Lima, na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), foi escolhida para receber o parque Industrial COLOSSUS Cluster (vide Figura 19), cujo início da construção está previsto para o segundo semestre de 2022. Todo o projeto tem como objetivo o desenvolvimento de produtos de inovação voltados à descarbonização das cidades.

Figura 19. Imagem do Projeto COLOSSUS Cluster da BRAVO Motors em BH



Fonte: extraído de FUNDEP (2022)²⁹

²⁷ Eixo Anhanguera é um corredor de transporte coletivo exclusivo, na modalidade BRT, localizado em Goiânia, Goiás.

²⁸ A Secretaria-Geral da Governadoria (SGG), sob o comando do secretário-geral Adriano da Rocha Lima, tem a missão de promover a governança dos projetos considerados prioritários pelo Governo de Goiás, elencados pelo próprio governador Ronaldo Caiado, nas mais diferentes áreas.

²⁹ A este respeito, consultar: <https://www.fundep.ufmg.br/fundep-ufmg-bh-tec-apoiam-instalacao-bravo-motor-company-minas-gerais/>

Dia da mobilidade elétrica (Paraná)

Data estadual para discussão e divulgação da mobilidade elétrica, tendo no ano de 2019 acontecido durante a Semana Paraná Inovador, no dia 19 de outubro, promovendo inclusive uma carreata silenciosa com veículos elétricos, partindo do Palácio Iguazu até o Museu Oscar Niemeyer (ANP, 2020).

Além dessa ação, o governo estadual do Paraná também avança em duas outras frentes ainda não implementadas: processo de licitação para a compra de 152 veículos elétricos para o governo estadual, tendo sua formulação iniciada em novembro de 2019, junto à Secretaria de Administração e da Previdência do Paraná; bem como solicitação ao Confaz (Conselho Nacional de Fazenda) para isenção da cobrança de ICMS para aquisição de veículos elétricos (ASSOBRAV, 2019).

Projeto VEM PR

Análogo ao VEM-DF, o VEM-PR é o segundo projeto neste formato assinado por um governo estadual, em parceria com a ABDI. Com investimento de cerca de R\$ 2 milhões, dez veículos Renault Zoe foram adquiridos pelo estado para atender demandas da Secretaria Estadual de Saúde. Esses veículos poderão ser recarregados em dez estações de recarga que fazem parte do projeto, espalhadas por Curitiba e região metropolitana. O projeto prevê que os veículos sejam utilizados de maneira compartilhada pelos funcionários cadastrados, podendo ser reservados através de um aplicativo, que também gerencia outras funcionalidades, como localização, velocidade, carga da bateria e rotas realizadas (ANP, 2020).

Programa Noronha Carbono Zero

O projeto teve o início de sua primeira fase em 2013, com metas específicas e regulamentação acerca de entrada, permanência e saída de veículos elétricos na ilha. A segunda etapa está prevista para iniciar em 2022, proibindo a entrada de veículos a combustão no território de Noronha. Já a terceira fase, a partir de 2030, prevê a proibição

da circulação e permanência de veículos movidos a combustíveis fósseis, com breves exceções (DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 2019).

Apesar de Fernando de Noronha se tratar de uma ilha com dimensões bem estabelecidas, o território pode, sim, se apoiar na disseminação brasileira perante a eletromobilidade, pois, tratando-se de um ponto turístico relevante ao país, pode catalisar exemplos e experiências em um living-lab ousado em relação às demais iniciativas nacionais.

Santa Catarina/GM: Parceria visa fomentar a mobilidade elétrica

Ao final de 2021, o Governo de Santa Catarina divulgou que, em conjunto com representantes da General Motors (GM), irá atuar em um Grupo de Trabalho (GT) para planejar e expandir a eletromobilidade no estado.

A parceria é resultado de uma reunião após o retorno da Conferência do Clima de Glasgow (COP 26). Diante do anúncio da GM em eliminar completamente os veículos a combustão entre 2035 e 2040, o governador de Santa Catarina colocou à disposição o ambiente tecnológico do estado para, em parceria, planejar ações envolvendo o processo de transição, priorizando gradualmente o uso de veículos zero emissões.

Ainda, destaca-se que, por meio da Celesc (distribuidora de energia do estado), Santa Catarina conta com postos de recarga distribuídos em diversos pontos estratégicos no estado.

Programa Pró Veículo Verde em São Paulo

Lançado no começo de 2022, o programa Pró Veículo Verde é uma atualização ao ProVeículo, lançado em 2008, para a produção de veículos automotores menos poluentes, veículos híbridos, elétricos ou movidos a biocombustíveis até 2025. Ainda, a iniciativa prevê a redução das emissões dos gases de efeito estufa devido à redução do número de veículos movidos a gasolina e diesel no mercado.

Por meio do programa, as empresas do setor automotivo poderão se apropriar de créditos de ICMS, em até R\$ 500 milhões oferecidos pelo Estado, e usufruí-los para construção e/ou modernização de suas plantas industriais, desenvolvimento de novos produtos ou ampliação de negócios no estado de São Paulo, segundo o Governo do Estado de São Paulo (2022).

O programa Pró Veículo Verde, considerado uma política para estimular a transição verde no setor automotivo, vai atender às empresas que apresentarem um investimento mínimo de R\$ 15 milhões e que tenham a partir de R\$ 3 milhões de créditos de ICMS a receber.

Ainda, para contribuintes que não apropriaram seus créditos, mas querem aderir ao programa, terão um prazo de garantia (fiança bancária ou seguro de obrigações contratuais) de 3 anos.

O programa deve atrair até R\$ 20 bilhões em 3 anos na produção de automóveis movidos a energia limpa em São Paulo (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2022).

Redução na alíquota do ICMS

A partir de 1º de janeiro de 2022, foi reduzida a alíquota do ICMS para ônibus, veículos elétricos e híbridos de 18% para 14,5%; e para caminhões elétricos, de 18% para 12%³⁰.

Por fim, na última perspectiva de análise, temos o papel dos municípios, e adiantando o conteúdo que será visto na sequência, nesta esfera foram capturados avanços perceptíveis quanto à projetos/ programas e ações para a eletrificação dos transportes nos mais diferentes modais possíveis.

2.5.3 Políticas Municipais

O Quadro 8 traz as políticas públicas para a mobilidade elétrica mapeadas na escala de ação municipal e segue a mesma estrutura ora apresentada para as outras perspectivas.

Quadro 8. Políticas Públicas Municipais Pró-Mobilidade Elétrica no Brasil, organizadas por cidade

Governo Municipal	Política Pública	Objetivo Principal
Curitiba/PR	Lei 14.826 de 2016	Estabelece a política municipal de incentivo ao uso de carros elétricos ou movidos a hidrogênio
Curitiba/PR	Decreto 1.528 de 2019	Isenção de veículos elétricos a bateria do pagamento do Estacionamento Regulamentado (EstaR)
Distrito Federal/DF	Lei nº 7.028 de 2021	Isenção do IPVA
Fortaleza/CE	Projeto VAMO	Introduz o compartilhamento de veículos puramente elétricos na cidade por meio de uma parceria público-privada
Fortaleza/CE	Projeto Re-ciclo	Aquisição de 90 triciclos elétricos designados para associações de catadores de materiais recicláveis
Jacareí/SP	Lei nº 6.449 de 2022	Soluções de recarga para veículos elétricos

³⁰ Consultar: <http://www.casacivil.sp.gov.br/sp-vai-atrair-r-20-bilhoes-em-investimentos-para-producao-de-veiculos-sustentaveis/#:~:text=Redu%C3%A7%C3%A3o%20na%20al%C3%ADquota%20do%20ICMS,de%2018%25%20para%2012%25.>

Rio de Janeiro/RJ	Contrato para Coleta de Lixo	Compra de caminhões elétricos para coleta do lixo
Salvador/BA	BRT Salvador	Eletrificação dos veículos utilizados no BRT
São José dos Campos/SP	Lei 9.684 de 2018	Contrato de locação de veículos elétricos para a guarda municipal
São José dos Campos/SP	VLP Elétrico	Criação de um corredor onde irá trafegar um Veículo Leve sobre Pneus Elétrico
São José dos Campos/SP	Frota urbana 100% elétrica e sustentável	O transporte público urbano na cidade contará com frota urbana 100% elétrica e sustentável até o final de 2022
São Paulo/SP	Lei 15.997 de 2014	Isonção do IPVA referente ao município para VEB, VE-H, ou VECC, restrita aos cinco primeiros anos de tributação, para veículos abaixo de R\$ 150 mil: também isenta os VE do rodízio municipal
São Paulo/SP	Lei 16.802 de 2018	Estabelece que os veículos utilizados para o transporte público devem reduzir a emissão de CO2 em 50% em 10 anos, e em 100% em 20 anos
São Paulo/SP	Lei 17.336 de 2020	Determina que os edifícios residenciais e comerciais da capital paulista protocolados a partir de março de 2021 prevejam soluções de recarga para veículos elétricos
São Paulo/SP	Lei 17.563 de 2021	Adiciona a possibilidade de utilização dos créditos gerados em favor dos proprietários de veículos elétricos ou movidos a hidrogênio para o pagamento do IPTU
São Paulo/SP	Aquisição e testes de ônibus elétricos	Aquisição de 15 ônibus elétricos em 2019
São Paulo/SP	Green Sampa	Reúne atores estratégicos do setor de tecnologias sustentáveis para a implementação de uma plataforma de investigação de soluções inovadoras para apoiar o desenvolvimento do setor priorizando tecnologias limpas
Sorocaba/SP	Lei nº 11.493 de 2017	Isonção parcial do IPVA
Volta Redonda/RJ	Tarifa Comercial Zero	Aquisição de ônibus elétricos para circular em nos principais pontos comerciais da cidade sem cobrança de tarifa para o usuário
Vários municípios	Testes de ônibus elétrico	Projeto piloto para testar ônibus elétrico em rotas da cidade
Vários municípios	Plano climático locais	Metas orientadas à mobilidade elétrica nos planos locais

Fonte: elaborado a partir de Barassa (2019); Curitiba (2019); Emdec (2019) Marques (2019); Ribeiro (2019); Bazani (2020); Fiúza (2020); Salvador (2020); SUMMIT (2020); VAMO (2020)

Campinas/SP

Apesar de ainda não estar implementada, está prevista a criação de uma chamada “Área Branca”, a partir de uma nova licitação que está em andamento para o transporte público coletivo do município. Essa área de 3 km² na região central

exigirá a circulação de ônibus não poluentes. Para tanto, estão previstos mais de 250 ônibus elétricos na nova licitação, que circularão não somente nessa área exclusiva, mas também nos corredores do BRT que está em fase de acabamento da construção, alcançando áreas periféricas do município (EMDEC, 2019).

Curitiba/PR

Há em Curitiba uma discussão, no âmbito da política urbana municipal, sobre a projeção de um sistema de transporte urbano limpo e eficiente. Enquanto o Decreto sanciona uma medida mais pontual de promoção da eletromobilidade, a lei promove uma discussão mais ampla para a mobilidade do município, recomendando incentivos à mobilidade elétrica através de medidas variadas, não somente contemplando aspectos de compra, mas também de benefícios de uso, de infraestrutura, entre outros (CURITIBA, 2019).

Distrito Federal/DF

Mais recentemente, em dezembro de 2021, foi aprovada, pela Câmara Legislativa e sancionada pelo governador Ibaneis Rocha (MDB), a Lei nº 7.028 de 2021 que dispõe sobre a isenção do IPVA para os automóveis movidos a motor elétrico, inclusive os denominados híbridos, movidos a motores a combustão e também a motor elétrico.

Fortaleza/CE

Este projeto, estimulado por meio de uma parceria público-privada, conta com 20 veículos elétricos e 12 estações com estacionamento e pontos de recarga. O projeto-piloto VAMO utiliza um aplicativo móvel para fazer a interface com o usuário. No aplicativo, o usuário se cadastra no projeto, solicita o carro, utiliza e devolve o carro. Para utilizar o serviço, os usuários devem pagar uma mensalidade e uma tarifa baseada no tempo de uso (VAMO, 2020).

Também em Fortaleza, a prefeitura adquiriu 90 triciclos elétricos, sendo 10 com recursos próprios e outros 80 com recursos oriundos de parceria com a Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ) e com o Banco de Desenvolvimento da América Latina (CAF). Esses veículos serão atribuídos a algumas associações de catadores de materiais recicláveis, dentro de um projeto maior da prefeitura de ações de coleta seletiva e limpeza urbana para a capital cearense, contemplando inclusive ciclovias e ciclofaixas, interligando pontos

estratégicos da cidade para estes trabalhadores (FORTALEZA, 2019).

Jacareí/SP

A cidade de Jacareí, no interior do estado de São Paulo, aprovou a Lei nº 6.449/2022, a qual dispõe sobre a obrigatoriedade da previsão de solução para recarga de veículos elétricos em condomínios residenciais e comerciais do município.

A Lei entrará em vigor 12 meses após a data de sua publicação, e será implementada em projetos de edificações novas, protocolados a partir da data de vigência dessa Lei. Também valerá para edificações já existentes, porém após cinco anos, a partir da data de vigência da Lei.

Salvador/BA

Ainda em discussão, a Prefeitura negocia para que a faixa de BRT, além de uma faixa mais rápida para o transporte coletivo, também traga os benefícios da mobilidade elétrica para o município, contratando um modal elétrico, tornando-o um corredor zero emissão (SALVADOR, 2020).

São José dos Campos/SP

Com a utilização de 30 veículos do modelo e6 da BYD, a prefeitura de São José dos Campos renovou a frota de veículos a combustão interna da Guarda Civil Municipal. As viaturas têm autonomia de cerca de 400 km, e a recarga dura em média 1h30. O contrato de locação dos veículos foi firmado por 36 meses pelo valor de R\$ 117 mil, sendo que esse valor será pago com royalties do petróleo. No primeiro ano de utilização, a prefeitura divulgou uma economia de R\$ 850 mil que seriam gastos com combustível e manutenção dos veículos convencionais. Além disso, deixou-se de emitir 400 toneladas de CO₂, o equivalente ao plantio de quase 3 mil árvores (RIBEIRO, 2019).

Além disso, a cidade conta com a presença da empresa Beepbeep, que levou seu serviço de compartilhamento de veículos para os cidadãos. Os modelos Renault Zoe ficam disponíveis em

modelo dockless, sendo que o usuário pode utilizá-lo inclusive para viagens intermunicipais, mas deve ser devolvido dentro da zona delimitada. Paralelo a isso, a prefeitura de São José dos Campos inaugurou vagas de estacionamento exclusivas para veículos elétricos na cidade, a fim de promover sua utilização.

Ainda em São José, consta a implementação de um corredor para a circulação de um Veículo Leve sobre Pneus (VLP) elétrico, interligando as regiões sul e leste do município. Os veículos serão da BYD em parceria com a Marcopolo, com autonomia de 250 km por meio de suas baterias de fosfato-ferro-lítio. Também terão cerca de 22 metros de comprimento, com capacidade para 168 passageiros e espaço para cadeirantes. Serão adquiridos doze desses veículos, em contrato assinado no valor total de mais R\$ 34 milhões. Além disso, serão investidos cerca de R\$ 55 milhões em obras de infraestrutura, dos quais 30 são de recursos do governo estadual. Essa obra fará a ligação entre a cidade e o Parque Tecnológico, sem a necessidade de acessar a Rodovia Presidente Dutra (RIBEIRO, 2020).

Mais recentemente, em março de 2022, a cidade anunciou que contará com uma frota urbana 100% elétrica e sustentável. A frota será composta por até 437 ônibus no modelo padron, 100% elétrico, com ar-condicionado, carregador USB e zero quilômetros. A empresa Urban (Urbanizadora Municipal) será responsável pela gestão do contrato de locação, além dos serviços de manutenção preventiva e corretiva dos veículos e do sistema de recarga e geração de energia. Estima-se que em outubro o novo sistema já esteja em operação.

São Paulo/SP

Além de ser o município mais populoso e mais importante, do ponto de vista econômico, para o país, São Paulo também figura como o município com mais medidas para a promoção da mobilidade elétrica. Apesar dos antigos problemas de engarrafamento, que apenas a motorização elétrica não resolve, a eletromobilidade ajuda a promover, ao menos, melhor qualidade para o ar, evitando em grande parte problemas respiratórios na saúde dos cidadãos.

Isenção de impostos, de rodízio, obrigatoriedade de infraestrutura, assim como São Paulo fez, são comuns em países que têm liderado o cenário e despontado como players globais importantes para a mobilidade elétrica (BARASSA, 2019). Nesse sentido, a capital paulista pode ser um dos municípios a liderar a transição tecnológica cada vez mais inevitável para a eletromobilidade, já impulsionada pela frota circulante, inclusive de transporte público, ou pelo ambiente regulatório ligeiramente mais favorável ao motorista de um veículo elétrico. Pode, inclusive, além de pioneira, ser modelo para alguns outros grandes centros urbanos, por exemplo, com a política que exige as soluções de recarga para os edifícios residenciais, ou mesmo iniciativas mais inovadoras, como o Green Sampa.

Por fim, destaca-se a promoção da Lei 17.563 de 2021, a qual adiciona a possibilidade de utilização dos créditos gerados em favor dos proprietários de veículos elétricos ou movidos a hidrogênio para o pagamento do IPTU.

Rio de Janeiro/RJ

A empresa de Coleta de Lixo *Comlurb* adquiriu, em 2019, nove caminhões elétricos da BYD modelo eT8 para utilizar na coleta de lixo do município. Até o final de 2020, a expectativa era de que a frota contasse com mais onze caminhões, totalizando 20 unidades. A longo prazo, a proposta é trocar toda a frota, que hoje conta com 60 caminhões a *diesel*, para uma frota totalmente elétrica (MARQUES, 2019).

Sorocaba/SP

Ao final de 2017, por meio do decreto nº 23.235, que regulamenta a Lei nº 11.493, estabeleceu-se a Política Municipal de Incentivo ao uso de carros elétricos ou movidos a hidrogênio. Essa política oferece aos proprietários de veículos movidos por energia de propulsão elétrica, a hidrogênio ou híbrido, o crédito correspondente ao valor da quota-parte do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA), o que corresponde a 40% do total do imposto anual, válido pelos 5

primeiros anos da aquisição do veículo (DECRETO Nº 23.235, 2017).

Volta Redonda/RJ

A prefeitura de Volta Redonda colocou em circulação três ônibus elétricos do modelo BYD D9W e carroceria urbana Caio Millenium. Esses veículos fazem parte do projeto “Tarifa Comercial Zero”, que atende, sem cobrança de tarifa para os usuários, aos principais centros comerciais da cidade. São 32 viagens por dia, transportando aproximadamente 3.600 passageiros, atuando de segunda a sexta-feira, das 8h às 18h, e de sábado, das 8h às 14h (BAZANI, 2020).

Vários municípios – Testes de ônibus elétricos

Em Belo Horizonte, após a realização de uma primeira rodada de testes em ônibus elétricos, entre 2015 e 2016, com modelos BYD, os resultados esperados não foram alcançados e o projeto não avançou, segundo o entendimento da BHTrans. Em 2020, uma nova rodada de testes teve início, novamente com um modelo BYD (FIÚZA, 2020). Outros municípios também apresentaram registros de testes em ônibus elétricos, como Bauru/SP,

Campinas/SP, Brasília/DF, Jundiaí/SP, Rio de Janeiro/RJ, Salvador/BA, Santos/ SP e Sorocaba/SP.

Vários municípios – Plano climático local com metas para eletrificação

Os planos climáticos locais são instrumentos de política pública essenciais para direcionar os investimentos do setor privado, além de demonstrar o posicionamento do governo sobre a temática em questão. Existem alguns municípios brasileiros que apresentam metas orientadas à mobilidade elétrica, a saber:

- Fortaleza: o Plano Local de Ação Climática estabelece que 100% da frota do transporte público seja composta por veículos elétricos até 2050;
- Rio de Janeiro: o Plano de Desenvolvimento Sustentável determina uma substituição de até 20% da frota do sistema de ônibus por veículos zero emissão, até 2030; e
 - São Paulo: o PlanCLIMA prevê que 20% da frota seja composta por ônibus elétricos até o final de 2024..

2.6 Considerações Finais

Após o mapeamento das políticas públicas orientadas ao desenvolvimento da mobilidade elétrica, é possível realizar algumas reflexões sobre o papel das diferentes esferas governamentais brasileiras no processo de transição.

Não obstante existam ações em curso no âmbito da esfera federal, nota-se a ausência de uma política mais ampla e integradora para o desenvolvimento do setor, ou seja, um marco basilar para direcionar os investimentos em infraestrutura e de mercado. Também não há políticas integradas com outras indústrias. Desse modo, destaca-se a necessidade de criação de um marco temporal, o qual considera os traumas do setor produtivo no processo de definição de diretrizes estratégicas para o setor da mobilidade elétrica.

No nível institucional estadual, há poucos incentivos fiscais e regulatórios orientados à expansão da mobilidade elétrica. Assim, destacamos a isenção parcial ou completa do Imposto sobre Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) sobre os veículos elétricos e híbridos concedida por alguns estados brasileiros, quais sejam: Ceará, Maranhão, Mato

Grosso do Sul, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul. No nível local, destacam-se os planos e estabelecimento de metas de eletrificação, os quais garantem maior segurança e previsibilidade para os investimentos da indústria, bem como sinalizam os próximos passos do governo local.

Também salientamos a atuação mais arrojada de alguns municípios brasileiros na elaboração de medidas regulatórias, como, por exemplo, a obrigatoriedade de instalação de infraestrutura de recarga para veículos elétricos em novos empreendimentos.

Por fim, um último ponto que merece destaque é o alinhamento político entre o estado e os municípios. Essa integração é mais evidente em alguns casos, como Curitiba/PR e São José dos Campos/SP e São Paulo/SP.

Em suma, muito embora seja notável a ausência de um aparato institucional federal com direcionamento setorial substantivo, os municípios e estados parecem liderar e implementar ações para promover a mobilidade elétrica no Brasil.

CAPÍTULO 3. PANORAMA DA OFERTA: A VISÃO DE ATORES QUE OFERECEM PRODUTOS, SERVIÇOS E SOLUÇÕES PARA A ELETROMOBILIDADE

André Fortes Chaves³¹

³¹ Mestre pelo European Master in Law and Economics, Consultor em Carvalho & Furtado Advogados, Cofundador do Laboratório de Eletromobilidade (Lemob).



3.1

Introdução

É de amplo conhecimento que a sustentabilidade é um tema de preocupação que tem mobilizado decisões, tanto do setor público quanto do privado, no mundo inteiro.

Nesse contexto, a eletromobilidade desponta como modelo relevante para o Brasil, por representar uma possível agenda mínima de desenvolvimento sustentável, de caráter integrador entre setores, como o automotivo e o energético.

Naturalmente, no entanto, a intensidade com que os agentes deverão aportar seus recursos em favor dessa transição está substancialmente relacionada a uma série de variáveis, como hábitos e poder de consumo, disponibilidade de matéria-prima, produtos e infraestrutura, direcionamentos do governo por meio de regulações, licitações e políticas públicas, bem como a estratégia de outros agentes do ecossistema.

Nesse sentido, o presente capítulo tem por principal propósito olhar para o setor produtivo a fim de se apreender quais são as principais iniciativas, projetos e gargalos que se apresentam em face a essa transformação rumo à mobilidade sustentável. Para esse fim, a pesquisa contemplou três setores estratégicos para o ecossistema da eletromobilidade, quais sejam: montadoras, empresas de soluções de recarga e locadoras de veículos. Neste capítulo, não serão discutidas e analisadas as empresas de componentes da cadeia produtiva, pois a última versão do anuário tratou de empreender tal análise associada.

O trabalho de coleta de informações e posicionamentos se deu por fontes primárias, via conversas no formato de entrevistas, e por fontes secundárias publicamente disponíveis.

Ao final, apresenta-se conclusão que sintetiza e consolida as principais constatações alcançadas ao longo do trabalho.

3.2 O papel das montadoras de automóveis: oferta de veículos e as potencialidades de produção

“Eletrificação é um fenômeno irreversível e inexorável. Além dos incentivos e regulamentos, é um fenômeno que será puxado em primeira instância pelo consumidor.”

Pedro Bentancourt

As montadoras desempenham fundamental papel na eletrificação da mobilidade. Isso porque, com os produtos e serviços que ofertam no mercado, exercem significativa influência no espectro de opções e, portanto, nos hábitos dos consumidores, especificamente no que diz respeito a veículos, bens que podem ser considerados fim da mobilidade. Ocorre que o setor está intimamente interligado com outros agentes do ecossistema, que precisam acompanhar reciprocamente o ritmo de transição – de carros movidos a combustíveis fósseis para veículos híbridos e elétricos

Este subcapítulo visa explorar o panorama atual em que se enquadram as montadoras, considerando exemplos destacáveis de ações em curso, numa perspectiva não exaustiva. Será dada particular atenção para temas como motivações para oferta de produtos elétricos, lançamento de novos produtos, infraestrutura de recarga, escassez de matérias-primas, preços e veículos pesados.

3.2.1 As motivações para disponibilização de produtos e serviços aderentes à mobilidade elétrica

Para as montadoras, existe uma percepção cada vez mais solidificada de que a transição energética da mobilidade será guiada pela demanda de alguns atores principais: os consumidores, as empresas (em contextos como eletrificação de frotas) e os governos (em termos regulatórios, de incentivos e de frotas para transporte público).

De um lado, os clientes (pessoas físicas e jurídicas) estão cada vez mais atentos para o custo-benefício de se abastecer veículos com energia elétrica, além de estarem mais exigentes quanto a padrões de sustentabilidade, tornando os modelos tradicionais, movidos a combustíveis fósseis, progressivamente obsoletos. Nesse sentido, o gerente de veículos elétricos da Renault, afirma: “O que nos motivou a ofertar no mercado produtos elétricos foi a demanda por parte de clientes”. A mesma propensão é observada no que se refere ao segmento de pesados. Segundo o gerente de e-Mobility da Volkswagen Caminhões e Ônibus, o processo para que a montadora inserisse no mercado o *e-Delivery* – caminhão elétrico projetado e fabricado no Brasil – também teve como gatilho a procura de grandes clientes da fabricante.

De outro lado, e concomitantemente, governos começam a sinalizar incentivos e medidas regulatórias em favor de uma transição para modelos mais sustentáveis de mobilidade como, a título de exemplo, o Parlamento Europeu, que votou em junho deste ano (2022) pelo banimento de carros a combustão interna no continente até 2035. Nesse mesmo sentido, no contexto brasileiro, está em vigor a lei que proíbe a entrada de veículos a combustão em Fernando de Noronha a partir de 2023 e determina o banimento da circulação desses modelos a partir de 2030. Ademais, governos locais (como Goiás e Bahia) já começam a publicar editais para compra de ônibus elétricos, projetando uma tendência de transição também sobre os coletivos públicos.

As projeções do posicionamento desses agentes, naturalmente, influenciam o planejamento estratégico das montadoras quanto aos produtos que ofertarão no mercado. Em janeiro, por exemplo, a chinesa Great Wall Motors (GWM) anunciou a instalação em Iracemápolis, interior de São Paulo, de planta com maior operação da montadora fora da China, com capacidade de produção de 100 mil veículos por ano. A fábrica, na qual foram investidos R\$ 10 bilhões, já começa suas operações voltada à fabricação de veículos híbridos e elétricos, de linhas SUVs e picapes. A expectativa é de que sejam gerados 2 mil empregos até 2025 e de que o primeiro lançamento saia ainda no final deste ano.

Figura 19. Imagem da fábrica da Great Wall Motors (GWM), em Iracemápolis



Fonte: Automotive Business (2022)³²

Segundo o Diretor de Relações Governamentais da GWM, “seria ilógico fazer um investimento dessa natureza voltado para a produção de veículos a combustão – pautados num modelo do século passado – e ter que repeti-lo três ou quatro anos depois para adequar a planta à tecnologias para produção de veículos elétricos, para atender à demanda não apenas do governo, mas dos consumidores”.

A estratégia bastante ilustrativa que a fabricante adotou, portanto, foi a de instalar, no seu processo de expansão, uma fábrica alinhada com os novos produtos e os novos processos produtivos que emergem. Importante salientar, ainda, que um dos motivos determinantes para a escolha do Brasil para a instalação da fábrica de veículos híbridos e elétricos é uma boa base técnica disponível de engenheiros automobilísticos, bem como engenheiros eletricitas, capazes de assimilar o novo paradigma.

³² Extraído de: <https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/noticias/mercedes-benz-confirma-venda-da-fabrica-para-great-wall/>

3.2.2 As perspectivas de lançamentos de novos produtos e serviços

No que se refere à matriz de lançamentos, as montadoras já estão a implementar suas estratégias quanto à força motriz que imprimem em seus produtos. Nesse sentido, algumas empresas apostam nos híbridos como modelo mais promissor para a fase de transição, em que ainda há escassez de infraestrutura de recarga para veículos elétricos. O entendimento é de que, com os modelos híbridos, o consumidor se beneficia por poder usar, de acordo com a disponibilidade e preço, tanto combustíveis (preferencialmente biocombustíveis, visando à descarbonização) quanto eletricidade.

O Gerente de Relações Governamentais da BMW, afirma: “os híbridos são o modelo ideal para a transição para o elétrico. Mas, repito: é uma transição. Entendemos que, hoje, o híbrido é um dos modelos mais apropriados e se adequa melhor ao bolso do consumidor”. Ainda segundo o entrevistado, o mercado irá se adaptar em seu ritmo, e uma transição lenta pode ser, inclusive, mais saudável, tanto do ponto de vista de recapacitação de mão de obra, quanto para reconfiguração de modelos de negócio, de desenvolvimento de fornecedores e de melhoria da cadeia logística. A compreensão é de que, para um cenário mais favorável para os veículos puramente elétricos, é necessário um aprimoramento substancial na infraestrutura de recarga e na tecnologia das baterias.

Por outro lado, a estratégia da BMW é reconhecer que a escolha cabe ao consumidor, de forma que a fabricante passa a lançar no mercado, ao mesmo tempo, híbridos e puramente elétricos para uma mesma geração, de maneira que o consumidor possa optar conforme sua preferência. Há uma sinalização, portanto, de empoderamento creditado aos clientes no tocante à escolha que podem fazer entre opções sustentáveis de veículos.

Ainda, os planos são de oferecer modelos eletrificados nos três segmentos da marca (carros, motocicletas e Mini). A perspectiva, no entanto, é de que a transição seja mais acentuada para a categoria Mini, que tem um perfil mais urbano.

Enquanto hoje 40% da frota do modelo é elétrica, a estimativa é de que, até 2030, o percentual seja de 100%.

Conforme já abordado no subcapítulo anterior, a mudança no comportamento dos consumidores é tangível e é refletida quantitativamente nos números da demanda por veículos mais sustentáveis. A título de exemplo, quando a Toyota fez seu planejamento de lançamento, produção e venda dos veículos híbridos no Brasil, a projeção era de que as saídas correspondessem a uma base de 18% do mix de vendas. Mas, na realidade, chegou a atingir 40%, mais do que o dobro do estimado. “Isso mostra uma conscientização ambiental do nosso consumidor e nos estimula, naturalmente, a pensar em lançamentos de outros veículos eletrificados”, observa o diretor de relações governamentais da montadora.

No entendimento da Toyota, fatores como matriz energética, existência de biocombustíveis, infraestrutura disponível e poder de compra do consumidor irão influenciar a escolha das tecnologias mais adequadas para cada país. “Para o Brasil, que tem biocombustíveis e infraestrutura de distribuição e não há infraestrutura robusta para carga elétrica e o poder de compra do consumidor não é alto, a Toyota acredita que a melhor tecnologia nesse momento é o híbrido *flex*”, analisa o diretor de relações governamentais da montadora. A aposta se deve ao fato de que o modelo não depende de infraestrutura de recarga e de que possui um preço reduzido, se comparado aos *plug-in* e elétricos. Ainda segundo o diretor, no entanto, a Toyota apoia todas as tecnologias para combater o CO₂ e acredita que as tecnologias vão coexistir no mercado.

Para a BYD, a expectativa é focar na ampliação dos nichos que são mais competitivos no mercado brasileiro. Ao lado dos SUVs e sedans premium, serão explorados híbridos *plug-in* para os mesmos grupos. “A gente acredita que essa categoria do veículo híbrido *plug-in* de luxo – numa faixa de

R\$180mil a R\$260mil – amplia muito o nicho, porque os carros a combustão similares também já valem de R\$150mil a R\$200mil”, afirma o diretor de *marketing* da BYD.

O crescente posicionamento favorável aos veículos híbridos e elétricos, por parte das montadoras, é refletido num aumento de novos modelos, conforme o Quadro 8, que ilustra lançamentos de diversas fabricantes, previstos para 2022:

Quadro 9. Novos modelos de veículos híbridos e elétricos, por montadora, para 2022

Modelo	Montadora	Tipo
Han	BYD	Elétrico
Tan	BYD	Elétrico
Song Plus	BYD	Híbrido
QYN	BYD	Híbrido
iX3	BMW	Elétrico
Tiggo 8 Pro Plug	Caoa Chery	Híbrido
Bolt	Chevrolet	Elétrico
Mustang Mach E	Ford	Elétrico
Big Cat	GWM	Elétrico
Novo Civic	Honda	Híbrido
E-J7	JAC	Elétrico
Compass 4Xe	Jeep	Híbrido
Sportage	Kia	Híbrido
Niro	Kia	Híbrido
Kwid	Renault	Elétrico
ID.3	Volkswagen	Elétrico
ID.4	Volkswagen	Elétrico
Tiguan eHybrid	Volkswagen	Híbrido
C40 Recharge	Volvo	Elétrico

Fonte: elaboração própria

Através do Quadro 9, podemos observar que numerosas montadoras já incluem em suas estratégias de lançamento modelos híbridos e eletrificados, confirmando a tendência generalizada da eletrificação de frotas. Além disso, nota-se um relativo equilíbrio entre modelos elétricos (11) e híbridos (8) na amostragem de lançamentos.

3.2.3 A grande barreira para a difusão de mercado: o desafio dos preços

Uma das principais facetas que ainda dificultam que os veículos elétricos ganhem escala popular no Brasil é, certamente, seus elevados custos de aquisição, que decorrem de razões como altos custos de produção e altos encargos tributários.

Na condição de tecnologia emergente, é natural que, de início, os veículos elétricos tenham preços pouco competitivos, se comparados aos da tecnologia predominante, os veículos a combustão interna, que ainda são comercializados em maior escala. A respeito dessa discrepância, o diretor de relações governamentais da Toyota comenta: “Todas as tecnologias em sua fase de introdução são mais caras. Com o passar do tempo, com a popularização e aumento de escala, a tendência é que os preços comecem a cair. Tecnologias que já foram muito caras no princípio hoje já são difundidas, como é o caso do *air bag*”.

Ainda, de acordo com a avaliação do diretor, existem aspectos regulatórios que têm conduzido a um aumento de preços de produtos do setor automotivo como um todo. “É preciso lembrar que os veículos vêm tendo seus custos aumentados por requisitos regulatórios. Tanto do ponto de vista de emissões quanto de segurança”. Esse processo afeta o setor automotivo como um todo e atinge especialmente os veículos híbridos e elétricos, ao deixar seus preços ainda mais acentuados.

O diretor de *marketing* da BYD aponta também a desvalorização do real como um aspecto relevante para o encarecimento de veículos no Brasil: “É esperado que uma melhora no cenário macroeconômico seja refletida numa queda dos preços, pois muitos preços estão baseados no dólar”.

De toda forma, por ora, o preço dos elétricos continua mais alto do que o dos carros tradicionais. Isso é ilustrado nos dois quadros abaixo, que apontam os três veículos de menor preço das modalidades a combustão e elétrica.

Quadro 10. Veículos a combustão interna com menor preço do mercado em 2022

Veículos a combustão		
Marca	Modelo	Preço
Fiat	Mobi 1.0 Like	R\$ 63.390,00
Renaut	Kwid 1.0 Zen	R\$ 64.690,00
Hyundai	HB20 1.0 Sense	R\$ 72.190,00

Quadro 11. Veículos elétricos com menor preço do mercado em 2022

Veículos elétricos		
Marca	Modelo	Preço
Renault	Kwid E-Tech	R\$ 146.990,00
JAC	E-JS1	R\$ 164.900,00
Renault	Zoe	R\$ 239.990,00

Fonte: elaboração própria

Cabe lembrar que essas discrepâncias de preços afetam as decisões dos consumidores e que devem, portanto, ser enfrentadas.

Diante do cenário evidenciado, cumpre, então, uma reflexão sobre quais seriam as condições e medidas necessárias para que os preços dos veículos elétricos alcancem equiparação ou que sejam menores do que os dos veículos tradicionais.

Do ponto de vista de estruturação da produção, o gerente de veículos elétricos da Renault afirma: “São vários aspectos que podem ser trabalhados para fazer o carro elétrico mais economicamente viável”. Segundo o gerente, o que a Renault tem feito para reduzir os custos de fabricação, por exemplo, é uma verticalização do processo de produção dos componentes dos carros elétricos, inclusive, das baterias. “Isso não inclui, claro, o processo de mineração, mas a ideia é reduzir a quantidade de empresas que estão no processo, desde as fontes de metais até a produção do motor e da bateria”, afirma o entrevistado.

Outra medida que indica é fabricar os veículos elétricos com um maior número de peças comuns às peças dos outros modelos, o que faz com que haja uma redução no custo do seguro. A montadora tem trabalhado, também, em serviços pelos quais os carros elétricos sirvam para a mobilidade, não necessariamente do ponto de vista de posse, mas de uso, tais como o *sharing*, o que contribui para a expansão da escala de disponibilidade da mobilidade elétrica.

Na percepção do setor, outro fator que pode contribuir para a atenuação do preço dos veículos elétricos é o adensamento de uma cadeia produtiva de baterias no Brasil. Isso reduziria o preço associado às baterias, que pode chegar a 60% do valor do veículo.

Além desses aspectos, de âmbito privado, o diretor de *marketing* da BYD aponta a necessidade de uma política de viés de estímulos fiscais para implantação da tecnologia, como forma de fomentar estruturalmente um modelo descarbonizado de mobilidade: “Não faz sentido incidir sobre os veículos elétricos a quantidade de tributo que incide hoje. Hoje se recolhe mais impostos sobre carros elétricos do que sobre os a combustão”.

No tocante a veículos comerciais, mais especificamente, o mais adequado é avaliar a economia da adoção conforme o custo total de propriedade (TCO – total cost of ownership). Segundo o gerente de e-Mobility da Volkswagen Caminhões e Ônibus: “apesar do custo de aquisição dos modelos elétricos ainda ser mais alto, o custo de operação é mais baixo, fazendo com que o TCO já esteja muito próximo dos tradicionais”.

Ainda na avaliação dele (gerente de e-Mobility da Volkswagen Caminhões e Ônibus), assim que o mercado estabilizar, tende a haver uma queda nos preços. A princípio, as projeções eram para que isso acontecesse por volta de 2025, quando as curvas de TCO dos veículos a diesel e dos elétricos iriam emparelhar, momento em que os consumidores tenderiam ainda mais pelos elétricos. No entanto,

a pandemia e a crise de semicondutores e componentes aumentou o custo das operações e deve prorrogar a equiparação de TCO para, estima-se, 2028. “A gente sabe que houve uma defasagem, mas a gente sabe que existem aquelas empresas que tem metas de ESG e pensam no longo prazo. Mesmo que o TCO tenha sido jogado para frente, por outros motivos, pode-se esperar a adoção de elétricos”.

Embora o preço continue sendo, portanto, um gargalo para o desenvolvimento da mobilidade elétrica, as montadoras já passam a identificar e aplicar variadas estratégias para redução de custos dos produtos.

3.2.4 Como abastecer esses veículos? As demandas da infraestrutura de recarga na malha rodoviária

Para que veículos elétricos possam ser utilizados em larga escala, naturalmente, seus usuários dependem da disponibilidade de uma rede relevante e extensa de eletropostos. Dessa forma, as montadoras que ofertam veículos elétricos acabam por também se tornarem partes interessadas na consolidação de uma malha de pontos de recarga.

O Brasil dispõe, atualmente, de cerca de 1250 pontos de recarga para aproximadamente 100 mil carros elétricos em circulação, segundo dados da Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE). Diante dessa insuficiente rede de infraestrutura de recarga no país, nota-se o movimento de algumas montadoras para assumir o protagonismo na disseminação de eletropostos. A princípio, uma atividade estranha a seus negócios centrais.

Ilustrativamente, em coletiva de imprensa em março deste ano (2022), a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea) anunciou a criação de um grupo de trabalho, composto por representantes de montadoras, para operar no desenvolvimento de infraestrutura de recarga. Três foram os principais objetivos definidos. O primeiro consiste no mapeamento de rotas prioritárias para instalação de estações rápidas em rodovias. O segundo contempla a celebração de parcerias com empresas de energia e concessionárias de rodovias. Terceiro, o grupo pretende identificar possíveis incentivos para veículos eletrificados, tais como reduções tributárias.

Também, a GWM revelou, em março deste ano (2022), um projeto para implantação de uma rede de 100 pontos de recarga no estado de São Paulo até 2023. Os equipamentos serão instalados principalmente em locais de vendas e ofertas de serviços da montadora, onde o carregamento será, a princípio, gratuito.

Outro caso dessa natureza que pode ser mencionado para representar a atuação das montadoras é o Plug&Go, um projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) aprovado em Chamada Pública da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), desenvolvido pela EDP junto ao Grupo de Estudos do Setor Elétrico (Gesel), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e que conta com a parceria das fabricantes Volkswagen, Audi e Porsche. O projeto envolve a instalação de 30 estações de recarga ultrarrápida no território do estado de São Paulo.

O diretor de *marketing* da BYD observa ainda que, apesar do Brasil estar na média mundial de carregadores, de acordo com a Agência Internacional de Energia, os eletropostos ainda estão muito focados no Sudeste (47% estão no estado de São Paulo). Afirma também que o maior desafio é a instalação nas rodovias. Nesse sentido, para o entrevistado, a ABVE já fez algumas aproximações com o Governo Federal para propor requisitos mínimos de eletrificação em novas concessões.

A respeito de fomento, algumas montadoras defendem que a Aneel deveria abrir mais projetos de P&D para que fossem instalados mais pontos de recarga, especialmente em grandes rodovias e, preferencialmente, pontos de recarga rápida.

3.2.5 Gargalos de disponibilidade de matérias-primas

Nos últimos anos, o setor automotivo foi afetado, a nível global, não somente pela reduzida demanda, decorrente da pandemia da COVID-19, mas também pela escassez de matéria-prima, que chegou a interromper a linha de produção de montadoras. Exemplificativamente, em 2021, a fábrica da japonesa Honda chegou a suspender temporariamente sua produção em Sumaré, no interior de São Paulo. Já a Fiat – do grupo Stellantis – concedeu, no mesmo ano, férias coletivas a trabalhadores da planta em Betim, Minas Gerais.

A escassez que assola o setor é, principalmente, a de componentes eletrônicos, como *chips* e semicondutores, e decorre do fato de que produtores mundiais desses materiais não estão conseguindo acompanhar a crescente demanda resultante da retomada da economia. “Isso afetou as empresas, cada uma de um jeito. Nós estamos vivendo um novo momento do mundo, em que será necessária uma reorganização dessas cadeias e uma maior produção de alguns componentes, como semicondutores, que hoje estão em falta no mundo inteiro”, afirma o diretor de relações governamentais da Toyota.

O cenário afetou diretamente a produção de veículos leves e pesados no Brasil, que somou pouco mais de 311 mil unidades no primeiro bimestre de 2022, representando uma queda de 21,7% em comparação com a produção do mesmo período em 2021, conforme dados divulgados pela Anfavea.

A falta de semicondutores é um fator que atinge particularmente a fabricação dos veículos elétricos. Isso porque “um carro eletrificado geralmente é um carro mais conectado e tem um número maior de semicondutores”, conforme identificado pelo

O representante da Great Wall observa a importância do equilíbrio de mercado e argumenta que a expansão de infraestrutura de recarga é um negócio e que, portanto, só deixará de ser deficitário quando houver um aumento na demanda de eletropostos por meio do incremento do número de veículos elétricos em circulação.

Gerente de Relações Governamentais da BMW. Ainda segundo o representante da BMW, no entanto, na falta de semicondutores, a estratégia que a fabricante adotou é a de privilegiar a manutenção da produção dos veículos elétricos em detrimento dos demais.

Em face da crise global dos semicondutores, a Anfavea anunciou que está em fase de planejamento um projeto para fomentar a produção desses componentes no Brasil. Segundo o ex-presidente da Anfavea, a tendência é que a demanda de diversos setores – como computadores, celulares, máquinas e automóveis – deve quintuplicar nos próximos anos e, portanto, o país não pode ficar dependente do mercado asiático, por uma questão geopolítica.

O projeto, cujo período de desenvolvimento está previsto para durar entre dois e três anos, prevê investimento privado para a produção do componente no Brasil e envolve, além da academia, a Associação Brasileira de Semicondutores (Abise-mi) e a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee).

3.3 O olhar para os veículos pesados (ônibus urbanos e caminhões médios): competências destacáveis, estratégias e as perspectivas de adensamento da cadeia local

Para se falar em eletrificação de frotas em um país onde a logística via modal rodoviário é predominante em detrimento dos demais, torna-se fundamental dedicar especial atenção aos veículos pesados. Segundo dados da Anfavea, o número de veículos pesados no Brasil, em 2020, era de 2 milhões, sendo que 393 mil são ônibus (125 mil urbanos e 268 mil interurbanos).

Em termos de expectativas, há no segmento de pesados para transporte de cargas rodoviárias, atualmente, uma percepção de reduzida demanda e de alto risco para fabricação de linhas elétricas. Isso porque os custos de produção de um veículo pesado são substancialmente maiores do que os dos leves e médios e podem inviabilizar comercialmente esses produtos, entre outros aspectos.

De toda forma, apesar das dificuldades para o segmento rodoviário, há oportunidades relacionadas a aplicações de transporte de carga urbana, que demandam uma bateria de menor capacidade e tem aderência à logística da última milha. Nessa direção, há projetos nacionais destacáveis no sentido de propulsionar a fabricação de produtos da categoria. É o caso da MAN, do grupo Volkswagen, que anunciou que está antecipando de 2025 para 2024 a produção em massa de seus caminhões elétricos. Ainda, a montadora planeja incrementar o valor agregado de seus caminhões elétricos com a internalização da montagem de seus pacotes de bateria, processo que começou a ser experimentado ainda em 2021. A montadora acredita, ainda, que a propulsão a hidrogênio pode ser uma via factível para veículos pesados e para transporte rodoviário.

Quanto à estratégia geográfica de lançamento, a montadora projetou o *e-Delivery* com foco para operações voltadas aos centros urbanos. “O *delivery* interno na cidade era onde a gente enxergava fazer mais sentido usar a tecnologia disponível para despoluir, porque é justamente nos centros urbanos onde se tem maior concentração de CO₂”, afirma o gerente de e-Mobility da Volkswagen Caminhões e Ônibus.

Outro exemplo perceptível vem da FNM (Fábrica Nacional de Motores), mais conhecida como “Fê-NêMê”, que retornou ao cenário produtivo nacional com caminhões elétricos. A produção dos modelos é feita na fábrica da Agrale, em Caxias do Sul (RS) que, de acordo com Quatro Rodas (2022), além do espaço, a empresa fornece também o chassi dos seus caminhões³³.

Por outra perspectiva de aplicação, na direção dos pesados para transporte de passageiros via ônibus urbano, enxerga-se uma janela de oportunidades para a indústria, que vem se consolidando e adensando suas atividades produtivas localmente.

Em primeiro lugar, os fornecedores com produção nacional responsáveis pelos **componentes estruturais e mecânicos (metalmecânica)** já possuem as competências necessárias para fornecer seus respectivos componentes para a fabricação dos ônibus elétricos no país. Esse diagnóstico é corroborado pelo fato de que, até o momento, não existem grandes mudanças tecnológicas e produtivas que afetam significativamente esses

³³ Mais informações disponíveis em: <https://quatrorodas.abril.com.br/noticias/novo-caminhao-feneme-eletrico-tem-350-cv-e-ja-roda-em-testes-no-brasil/>

componentes, quando se comparam as cadeias produtivas dos ônibus a *Diesel* e elétricos.

Ainda por conta dessas tendências, verifica-se que muitas empresas do setor de transportes já se movimentam rumo ao desenvolvimento de competências tecnológicas e produtivas que lhes permitam diversificar e adaptar sua gama de produtos no cenário de eletrificação dos ônibus vendidos no país. Entre os fornecedores de componentes, por exemplo, muitas empresas vêm buscando oferecer opções de eixos eletrificados, motores elétricos, estações de recarga, baterias e eletrônica de potência.

Por exemplo, a empresa WEG fabrica e comercializa motores elétricos e inversores de frequência para tração elétrica para veículos elétricos. A WEG tem uma parceria com a empresa brasileira Eletra para a fabricação de ônibus híbridos, trólebus e ônibus elétricos a bateria. Além disso, a WEG tem participado na fabricação de powertrain para ônibus elétricos da Marcopolo e faz parte do e-Consórcio, que foi criado para desenvolver o projeto do primeiro caminhão leve 100% elétrico da Volkswagen Caminhões e Ônibus, denominado *e-Delivery* (referenciado anteriormente). Em síntese, a WEG tem ocupado espaço no cenário nacional no fornecimento do sistema de *powertrain* e dos motores elétricos e inversores para sistemas auxiliares.

É notável que esse movimento esteja acontecendo, mesmo entre as empresas sem experiência prévia na produção desses componentes. Outro exemplo emblemático - do ponto de vista das montadoras e encarregadoras - é o da Marcopolo, como referenciado no parágrafo anterior, que desenvolveu seu próprio chassi elétrico em colaboração com fornecedoras que atuam no mercado brasileiro, como a WEG, Dana, entre outras.

Assim, nota-se que o país já conta com empresas competitivas, amadurecidas e capazes de oferecer componentes estratégicos com fabricação nacional. A eletrificação também abre espaço para o surgimento de novas empresas e *startups* no setor, como a Tracel, *spin-off* da COPPE/UFRJ, que fornece sistemas eletrônicos e outras soluções para

os ônibus elétricos, e a Innovaklim, startup que vem desenvolvendo um sistema inovador de ar-condicionado elétrico com placas solares.

Contudo, enxergam-se alguns desafios e gargalos para a cadeia produtiva de ônibus elétricos brasileira. Além da produção das baterias e seus componentes, que foi abordada em detalhes no último anuário e é o principal desafio para a cadeia no Brasil, enxerga-se a questão da parte dos sistemas eletrônicos **que dependem de semicondutores e cabos de alta tensão**, além do desenvolvimento de *softwares*.

Os semicondutores são componentes essenciais de todos os sistemas eletrônicos envolvidos nesses veículos e que, atualmente, encontram-se escassos, de forma global, afetando mesmo a cadeia produtiva dos ônibus convencionais e automóveis leves. Nos veículos elétricos, a utilização desses componentes é muito maior, o que gera um gargalo produtivo significativo.

Por fim, ainda segundo as informações primárias e secundárias apuradas na pesquisa, um grande desafio para a cadeia produtiva do setor de ônibus elétricos no Brasil diz respeito à imprevisibilidade da demanda, relacionada ao baixo número de pedidos, falta de padronização nas especificações dos ônibus para os diferentes municípios, descentralização e falta de coordenação das políticas existentes e falta de mobilização do Governo Federal em relação à produção nacional. Juntos, esses elementos reduzem significativamente os incentivos para que a indústria nacional realize os investimentos necessários para adensar a cadeia produtiva local, criando um efeito "*chicken and egg*": sem demanda, os investimentos na cadeia produtiva local não são realizados, mas sem a cadeia produtiva local adensada, a produção nacional não consegue cobrar preços competitivos, que por sua vez faz com que a demanda não se concretize.

3.4 Infraestrutura de recarga: exemplos de ações, perspectivas e

mudanças em curso

“Distribuidoras de combustíveis estão virando distribuidoras de energia.”
Eloir Pagnan

No contexto da eletromobilidade, os pontos de recarga surgem como instrumento que ocupa papel central para o funcionamento do ecossistema. A eles estão associadas diversas mudanças de comportamento e novas tecnologias.

Os eletropostos acabam por funcionar como um vértice de conexão entre os automóveis e o segmento elétrico. No entanto, existem ainda grandes adversidades quanto à instalação desses aparelhos em larga escala e em locais estratégicos, para o atendimento de malhas veiculares, em perímetros urbanos ou não.

Por outro lado, existe maior versatilidade quanto aos possíveis locais de instalação, se comparados aos tradicionais postos de combustíveis, o que re-presenta considerável benefício para os consumidores. A título de exemplo, com a nova tecnologia, os usuários de veículos elétricos podem contar com modelos como o *wallbox* na garagem de suas casas, condomínios, bem como em locais como shopping centers, aeroportos, entre outros.

Este subcapítulo visa examinar fatores conjunturais que impactam, positiva ou negativamente, empresas que exploram esse setor, bem como as estratégias de mercado que elas vêm adotando.

3.4.1 A importância das parcerias para expansão da rede de recarga

Do ponto de vista de localidades para instalação de eletropostos, entende-se que o Brasil tem um perfil próprio, com maior propensão para locais privados, o que acaba por repercutir nas estratégias de expansão das empresas que oferecem soluções de recarga, bem como nas escolhas do consumidor.

O CEO da EZVolt afirma: “a gente vê estratégias diferentes na Europa. Há uma demanda muito grande de recarga pública, porque os veículos ficam, no geral, alocados nas vias públicas. Eles não têm garagem como temos aqui”. Dado o perfil de demanda no Brasil, a EZVolt adota por estratégia a expansão de sua rede em locais privados, como residências, condomínios, escritórios e afins.

A possibilidade de instalação de eletropostos em locais mais próximos do deslocamento de rotina dos usuários de veículos elétricos representa uma maior conveniência, se comparado aos postos de combustíveis tradicionais. Nesse sentido, para se aproximar do consumidor e oferecer mais conveniência, empresas de soluções em

eletrocargas têm buscado parceria com redes de estacionamentos, *shopping centers*, entre outros.

Outro perfil de parceria que as empresas de pontos de recarga têm praticado é com companhias do setor energético. A título de exemplo, em janeiro de 2022, a Raízen – *joint venture* de energia renovável entre a Shell e a Cosan – anunciou um aporte de R\$ 10 milhões em investimento na Tupinambá Energia. A startup dispõe hoje de uma rede de mais de mil pontos de recarga e tem por meta atingir 10 mil pontos nos próximos três anos.

Nesse mesmo sentido, em fevereiro de 2022, a Vibra – antiga BR Distribuidora – anunciou, em documento público, seu ingresso na eletromobilidade, através de um aporte inicial de R\$ 5 milhões na EZVolt, que pode ser convertido no futuro em participação na sociedade da *startup*.

Também montadoras, conforme já apontado anteriormente, têm participado ativamente em parcerias voltadas à tarefa de expansão da malha de

eletropostos no Brasil. O consórcio Plug&Go, por exemplo, formado pelas fabricantes Volkswagen, Porsche, Audi e pela EDP, inaugurou, em outubro de 2020, na cidade de Caraguatatuba – litoral de São Paulo – o primeiro de um conjunto de 30 eletropostos de recarga rápida. A alemã Volkswagen também firmou uma parceria com a Raízen para instalação de eletropostos Shell Recharge no estado

de São Paulo. A estratégia consiste em começar a instalação em postos e nas principais rodovias de acesso da capital.

Verifica-se, portanto, uma diversificação de setores (energético, condomínios, montadoras, *shopping centers*, aeroportos, entre outros) de agentes que participam em parcerias para atuação no desenvolvimento da rede de pontos de recarga no Brasil.

3.4.2 A percepção de players do ecossistema: onde estamos e o que precisa avançar?

De uma forma geral, empresas do segmento de eletropostos fazem uma avaliação positiva quanto a avanços recentes que se têm verificado no contexto do ecossistema da eletromobilidade no Brasil.

Representantes da categoria ponderam que existe um destacado empenho para disseminação da rede de pontos de recarga, ainda muito concentrada na região Sudeste, mas que começa a se capilarizar pelas demais regiões do país. A título de exemplo, está em fase de conclusão o Corredor Verde, um projeto realizado pela Neoenergia em programa de P&D da Aneel. O corredor, que conta com 1.100 quilômetros de extensão, conecta as seguintes capitais: Salvador (BA), Aracaju (SE), Maceió (AL), Recife (PE), João Pessoa (PB) e Natal (RN). O projeto compreende a instalação de 18 eletropostos em seis dos nove estados do Nordeste e passa por 70 municípios. Outro projeto de P&D, realizado pela Equatorial Energia, com participação da Lactec, culminou com a inauguração de uma estação de recarga em São Luís (MA), em dezembro de 2021.

No entendimento do CEO da EZVolt, há que se reconhecer que houve um notável esforço conjunto, inclusive de montadoras, para instalação de uma malha de eletropostos. “Hoje, muitas pessoas já não têm medo de viajar. Então, já podemos começar a pensar numa fase de refinamento”, afirma o CEO, que acredita que os próximos passos consistem em fortalecer o aspecto de conectividade dos

eletropostos. Segundo o entrevistado, os dados de utilização podem otimizar a gestão da rede de pontos de recarga, como, por exemplo, identificando pontos sobrecarregados ou subutilizados.

No que se refere ao aspecto de conectividade, são crescentes no mercado brasileiro as ofertas de soluções relativas à plataformas e gestão de eletropostos. A título de exemplo, a multinacional brasileira WEG desenvolveu um sistema que permite fazer a gestão de recargas de acesso público. Por exemplo, no caso de todas as estações de recarga de um sítio público estarem ocupadas, o usuário pode entrar numa espécie de fila virtual, que será gerida pelo sistema. “Você não precisa ficar ali esperando, pode tomar um cafezinho e, quando a vaga for liberada, o sistema vai avisar. Aí, você tem 5 minutos para decidir se quer ocupar a vaga ou se quer sair da fila”, afirma o gerente do Departamento de Estações de Recarga para Veículos Elétricos da WEG.

Além disso, a empresa também disponibiliza soluções como cobrança de taxa pelo uso de vaga após a recarga. “Aí o motorista não precisa ficar se preocupando em tirar o veículo depois que ele estiver recarregado”, afirma o representante da WEG. O modelo também pode funcionar como desestímulo à ocupação do espaço quando o veículo não estiver sendo recarregado. Uma outra solução abrange um modelo de plataforma que permite

estruturar modelos de negócio com cobrança de recarga, seja por tempo ou por unidade de energia.

Existe, também, uma percepção de que cada vez mais agentes têm se aproximado do ecossistema da eletromobilidade. Nesse sentido, o CEO da GreenV, afirma que “O mercado financeiro está vendo na eletromobilidade uma oportunidade que está crescendo. Isso apesar de ainda precisarmos

de mais estímulos políticos, talvez uma política nacional integrada”. A título de exemplo, o banco Itaú lançou no mercado o Veículo Elétrico Compartilhado (VEC), cujos pontos de recarga foram instalados com equipamentos da GreenV. A percepção positiva sobre o ecossistema é oportuna, pois cria um ambiente mais propício a investimentos, parcerias e projetos.

3.4.3 As estratégias e posicionamento das empresas de combustíveis: sinalizações recentes

Devido à mudança estrutural que a eletromobilidade representa, onde há uma prevalência do uso de energias renováveis em detrimento do uso de combustíveis fósseis, muitos poderiam presumir que a tradicional indústria de combustíveis poderia figurar como parte desinteressada ou até mesmo contrária à eletromobilidade.

No entanto, essa concepção pode ser relativizada ou desmistificada por sinalizações recentes, referentes a movimentações de empresas associadas a esse

setor, no sentido de se engajar na mobilidade elétrica. Além das parcerias com startups de pontos de recarga, já mencionadas no presente subcapítulo, pode-se citar que o grupo Raízen inaugurou, em junho de 2022, seu primeiro eletroposto de recarga rápida, Shell Recharge, situado na zona norte da cidade de São Paulo. Essa estação possui carregadores de 50kW a 150kW e pode abastecer um veículo em até 35 minutos, com certificação de energia de origem renovável.

Figura 20. Primeiro eletroposto de recarga rápida da Raízen - Shell Recharge



Fonte: EPBR (2022)³⁴

³⁴ Consultar: <https://epbr.com.br/raizen-inaugura-primeiro-eletroponto-para-recarga-rapida-em-sao-paulo/>

Nesse mesmo sentido, também em junho deste ano, o grupo Vibra – uma das maiores distribuidoras de combustíveis do Brasil, dispo de uma rede de 8,3 mil postos de combustíveis em todo o país – inaugurou seu primeiro posto de recarga ultrarrápida. O ponto foi instalado, com equipamentos da EZVolt, na Rodovia Presidente Dutra (BR-116), que conecta as capitais de São

Paulo e do Rio de Janeiro. Segundo a companhia, este seria apenas o primeiro eletroposto de um projeto que almeja atingir o número de 70 estações de recargas instaladas até o fim de 2023, sendo que 50 delas seriam em rodovias, criando um corredor elétrico de aproximadamente 9 mil quilômetros de extensão.

Figura 21. Primeiro posto de recarga ultrarrápida do grupo Vibra



Fonte: InsideEVs (2022)³⁵

No cenário internacional, a mesma tendência de aproximação do segmento em relação à eletromobilidade é observada. Companhias como Total, BP e Shell têm comprado ativos de empresas de postos de recarga. A título de exemplo, em 2021, a tradicional empresa petrolífera Shell efetuou aquisição de 100% da Ubitricity, especialista em soluções de recarga, além de outros serviços de integração e infraestrutura de mobilidade urbana.

Nesse contexto, o vice-presidente da Shell Global Mobility afirmou que a companhia visa apoiar os consumidores que quiserem fazer a transição dos veículos a combustível para os veículos elétricos.

Desse modo, observa-se uma propensão, a nível tanto global quanto local, das empresas de combustível a integrarem o ecossistema da mobilidade elétrica.

³⁵ Consultar: <https://insideevs.uol.com.br/news/595626/posto-petrobras-recarga-carro-eletrico/>

3.4.4 A grande trava para a cobrança da atividade de recarga: insegurança jurídica

No que se refere ao enquadramento jurídico da atividade de recarga de veículos elétricos, ainda existe uma percepção de insegurança jurídica por parte de empresas do segmento, particularmente no tocante a aspectos tributários. Mais especificamente, a obscuridade diz respeito à qualificação da atividade como comercialização de energia (por quilowatt-hora) ou como prestação de serviço, de forma que o tributo que incidiria em cada uma das opções corresponderia, respectivamente, ao Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS), ou Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN).

Naturalmente, cada um dos cenários implicaria em diferentes encargos tributários e obrigações acessórias, que repercutiriam na concepção e na viabilidade do modelo de negócio a ser adotado pelas empresas que exploram a atividade, bem como na autoridade fiscal arrecadadora, visto que o ICMS se trata de um tributo estadual, e

o ISSQN, municipal. “Acho que essa é a nossa principal preocupação. Será possível operar por meio de venda de quilowatt-hora ou o caminho seria transformar isso em uma nota de serviço?”, questiona o CEO da Tupinambá.

A insegurança jurídica acaba por servir como inibidor aos incentivos para expansão desse mercado. A título de exemplo, diante da referida incerteza, e para mitigar riscos fiscais, algumas empresas optaram por não cobrar, ainda, pela recarga. De acordo com o CEO da Tupinambá, esse é um tema que está sob discussão no âmbito da ABVE.

De toda forma, enquanto não houver um posicionamento institucional a respeito, por parte das instituições competentes, a ambiguidade pode ter um efeito desfavorável à expansão da rede de eletropostos em todo o país.

3.4.5 O desafio da infraestrutura de carga nas rodovias: elevados investimentos e retorno a longo prazo

A atividade de recarga de veículos elétricos é um novo mercado que surge e que tende a se expandir, em compasso com a eletromobilidade enquanto sistema. E, por ser um mercado, está suscetível a diversos desafios, como disponibilidade de insumos (energia) e prospecção de *payback*. Essas adversidades se ressaltam, particularmente, quando se trata de locais afastados dos grandes centros urbanos – onde há maior concentração de demanda – como é o caso das rodovias.

Inicialmente, há que se considerar que, para que seja possível a instalação de pontos de recarga em rodovias, é requisito indispensável a existência de infraestrutura de distribuição de energia, o que nem sempre é um cenário economicamente viável. Isso porque a infraestrutura de energia é inerentemente dependente de demanda em escala para que seja factível. Além disso, nem sempre se

dispõe de energia em tensão suficiente para criação de hubs de recarga, que serão necessários para atender aos veículos que se deslocam entre estados e municípios.

O cenário se torna ainda mais penoso quando se trata de recarga para veículos pesados. Enquanto os leves recarregam com tensões de 400v, os pesados requerem uma tensão acima de 650v. Atualmente, uma parcela muito pequena dos eletropostos instalados são adequados para recarga de pesados, que representam um número relevante dos veículos em circulação no Brasil.

Além do requisito de energia, as perspectivas de retorno de investimentos servem como um desestímulo para eletrificação de rodovias. “O grande problema é o *payback*. Mas isso também aconteceu no passado. Quando se instalava postos

de combustíveis era justamente onde tinha mais carros. Isso vai ocorrer nos grandes centros e nas rodovias”, observa o representante da WEG.

Também, há que se avaliar as vantagens e desvantagens inerentes ao fator tempo. Em termos comparativos, “o abastecimento de um veículo a combustão leva de 5 a 10 minutos para fazer a recarga, enquanto o elétrico, por mais rápido que seja, dura entre 30 e 40 minutos, então tem que ter 3 ou 4 vezes mais estações. E é necessário colocar

3.4.6 O papel da capacitação

Com a transição para a eletromobilidade, diversas novas habilidades serão demandadas em termos de mercado de trabalho, não apenas para manutenção de veículos elétricos, mas também para instalação e manutenção de pontos de recarga em seus variados modelos.

Em função disso, já começam a surgir iniciativas, por parte de empresas, para contribuir com a capacitação de um corpo técnico. Nesse sentido, a GreenV criou um centro de ensino online direcionado ao treinamento gratuito para o mercado da mobilidade elétrica. O curso, iniciado este ano (2022), contempla cinquenta vagas para interessados de mais de dezesseis anos.

De acordo com a empresa, serão certificados aqueles alunos que obtiverem rendimento de mais de 90% na avaliação, bem como serão oferecidas oportunidades de estágio na *startup*. Além disso, o melhor avaliado será convidado a visitar a concessionária da Porsche e conhecer de perto veículos da marca.

Em sentido semelhante, a Neocharge, empresa de soluções em infraestrutura de recarga, também oferece curso de instalação de carregadores para veículos elétricos para profissionais de nível superior ou técnico, especializados em manutenção, assistência técnica, oficina de eletroeletrônicos e

essas estações de recarga onde tenha conveniência”, afirma ainda o representante da WEG, que também defende que a instalação de pontos de recarga deveria constar como contrapartida em editais de novas concessões de rodovias.

A disponibilidade de infraestrutura, as perspectivas de retorno de investimento e o fator tempo, portanto, podem surgir como empecilhos para a capilarização de eletropostos em rodovias.

outros. O curso abrange tópicos teóricos – como visão geral do mercado de veículos elétricos; conceito de funcionamento e tipos de tomada para veículos elétricos; fluxo de instalação de estações de recarga; e outros – e práticos – como montagem de caixa de proteção elétrica e ligações necessárias; teste de um carregador veicular comercial; e teste de simulação de carregamento de veículo elétrico.

Percebe-se, portanto, um movimento das empresas de soluções de recarga no sentido de disponibilizar meios para que o mercado da mobilidade elétrica conte com profissionais capacitados, criando oportunidades de trabalho.

De olho também nesse movimento do mercado da capacitação relacionada à infraestrutura, a Unicamp, por meio da Extcamp, sua Escola de Extensão, oferta o curso “Mobilidade Elétrica: Políticas, Planejamento e Oportunidade de Negócio”. Com carga horária de 60 horas, ministradas de forma síncrona e no formato online, os encontros abordam todo o ecossistema relacionado à mobilidade elétrica, como a tecnologia, as tendências de mercado, o posicionamento dos atores e os vários modelos de negócio, assim como o papel das políticas públicas que estão promovendo essa transição. A questão da infraestrutura de recarga é uma peça-chave nesse curso, que explora suas tecnologias, novas formas de negócio e quais são as estratégias possíveis nesse segmento.

3.5 Locadoras e serviços de assinatura: novos modelos de negócios que têm viabilizado a difusão dos veículos elétricos

“Tem muito entusiasta que aluga o carro elétrico como forma de conhecer a tecnologia. (...) As locadoras cumprem essa função de desmistificação.”
Jamy Jarrus Junior

A transição da eletromobilidade de tecnologia emergente para um sistema predominante é um processo que perpassa variados setores e modelos de negócio. Entre eles, pode-se apontar o mercado de locação de veículos.

A aderência desses serviços à mobilidade elétrica, por meio da oferta de aluguel de veículos elétricos, beneficia usuários por razões tão simples quanto fundamentais. Muitos clientes – seja pessoa física

ou jurídica – ainda têm receios quanto às mudanças inerentes à posse sobre veículos elétricos, bem como têm insegurança quanto à capacidade das baterias e à disponibilidade de pontos para recarga.

Diante deste contexto, usuários veem na locação um meio de desmistificar e concretizar a experiência de dispor de um veículo elétrico, como uma espécie de teste, abrandando incertezas associadas à nova tecnologia.

3.5.1 Motivações para ofertar veículos elétricos por assinatura

Há alguns anos, empresas do ramo de aluguel de veículos já passavam a identificar uma crescente demanda por veículos elétricos. Assim, o primeiro contato com a eletromobilidade por parte de algumas dessas empresas aconteceu ainda na fase de estudo de mercado para viabilização da abertura e, portanto, antes mesmo da criação formal da empresa. “Víamos que já existia uma mobilização do mercado para a chegada dos primeiros veículos elétricos da região”, afirma o COO da Easy Car.

No entanto, além da demanda por parte de clientes externos por veículos elétricos, identificou-se também uma demanda interna, para fins de obtenção de certificações ESG (*Environmental, Social and Governance*) para as empresas. São, portanto, externas e internas as motivações das locadoras para aderir à eletromobilidade.

“Estamos constantemente aumentando nossa frota de elétricos e estamos mantendo margem de lucro,

que é necessária para toda empresa”, observa o diretor executivo de Vendas e *Marketing* da Movida, que também comenta o processo de transição: “Nós vamos aprendendo junto com o cliente. É novo para todo mundo. Até para a própria indústria dos veículos elétricos, porque temos um clima, uma estrada diferente. O carro não é, inicialmente, desenvolvido para o cenário brasileiro, mas para o cenário europeu, americano, asiático.” Sobre a mesma temática, de processo de familiarização com novos modelos de carros elétricos, segundo o COO da Easy Car: “Hoje, ainda mais com o carro por assinatura, as pessoas estão perdendo o medo de marcas desconhecidas”.

No processo de aderência à mobilidade elétrica, a Movida experienciou duas etapas. A primeira, em 2017, envolveu um aporte de capital na Emove, empresa de aluguel a longo prazo de bicicletas elétricas. A segunda, em 2019, abrangeu a compra de cem unidades de Renault Leaf, totalmente

elétricos. Desde então, a frota de elétricos da empresa foi progressivamente incrementada e, hoje, a empresa conta com mais de setecentos carros eletrificados de variadas categorias e modelos.

A Movida conta, ainda, com um *hub* de recarga rápida na Marginal Tietê, na cidade de São Paulo, que dispõe de onze carregadores. A instalação foi feita em parceria com a Zletric, empresa de soluções para recargas, e a montadora Nissan.

Figura 22. Hub de recarga da Movida



Fonte: Zletric (2021)³⁶

Nota-se, então, crescente oferta de opções elétricas por parte de empresas do setor de locação, que cumprem importante função de viabilizar a desmistificação desses modelos para os clientes.

³⁶ Consultar: <https://www.zletric.com.br/post/movida-inaugura-loja-conceito-para-veiculos-eletricos-em-parceria-com-zletric-e-nissan>

3.5.2 Relacionamento com outros atores do ecossistema da eletromobilidade

Uma primeira categoria de cooperação entre empresas de locação se dá entre empresas desse próprio setor. Segundo representantes desse mercado, esses casos se dão na perspectiva de se obter maior crédito para financiamento e parcelamento de veículos elétricos, de forma que as locadoras comumente adotam a estratégia de aquisição via consórcio. “Acontece muita parceria entre empresas menores, por conta de capacidade de compra de cada uma delas. Se comprar esses veículos à vista, o negócio não se sustenta. A questão é mais a capacidade de aquisição de crédito para parcelamento do veículo”, afirma o COO da Easy Car.

Outra ordem de parcerias se dá em relação às locadoras e às montadoras, para se obter melhores condições de aquisição de carros novos. Na percepção de empresas do setor, no entanto, não são todas as montadoras, ainda, que oferecem facilidades nesse sentido. Essa diferença acaba por repercutir nas opções de compras das locadoras.

Também, as empresas de aluguel de veículos têm celebrado acordos com empresas de estacionamento para criar slots de recarga, a fim de aumentar a escala da rede disponível de recarga.

Além dessas, existem outras iniciativas relevantes a serem observadas, como a adesão da locadora Movida à aliança celebrada entre 99, Caoa Cherry, Ipiranga, Raízen, Tupinambá Energia, Unidas e Zletric. O grupo, denominado Aliança pela Mobilidade Sustentável, liderado pela 99, visa incrementar a infraestrutura da eletromobilidade no país, bem como as frotas de veículos elétricos. Trata-se, portanto, de coalizão multisetorial reunida em prol da mobilidade elétrica. Entre as metas apontadas pela líder, estão a criação de 10 mil estações de recargas públicas e a conversão integral de sua frota em elétrica até 2030.

Ante o exposto, observa-se um relevante movimento das locadoras para agruparem-se a outras partes, de forma a aumentar a integração do ecossistema da eletromobilidade e expandir a escala de produtos e serviços ofertados.

3.5.3 Novos lançamentos? É possível vislumbrar a massificação desse mercado?

Algumas novidades surgem no setor de locação de veículos, tanto do ponto de vista de empresas com novos modelos de negócio, quanto da disponibilidade cada vez mais ampla de modelos elétricos para locação.

No primeiro caso, pode-se apontar a Beepbeep, uma *startup* de compartilhamento exclusivamente de carros elétricos, que iniciou em 2019 suas operações em São Paulo. Após fazer o cadastro

via aplicativo, o usuário pode usar o mesmo para localizar um veículo e reservá-lo. O valor da locação é contabilizado de acordo com o tempo de uso e o carro só pode ser retirado ou devolvido nas estações definidas pela Beepbeep, que estão alocadas em locais como estacionamentos de supermercados, *shopping centers* e hotéis. Não há cobrança pela recarga, mas pode haver uma cobrança extra, caso a empresa tenha que coletar o carro por falta de carga, por exemplo.

Figura 23. Imagem do Sistema de *car-sharing* da Beepbeep



Fonte: InfoMoney (2019)³⁸

Quanto ao segundo caso, o CEO da Movida sinalizou que entende que o futuro da mobilidade é elétrico e que é papel da empresa fazer parte dessa transição e, portanto, pretende expandir a aquisição de carros elétricos para a frota da locadora. A empresa definiu esse ano um aporte de R\$ 100 milhões para compra de 250 veículos elétricos de dois tipos, ambos da montadora BYD: o SUV TAN e o furgão eT3.

Além disso, a pandemia resultou num aumento de demanda tanto por parte de pessoas físicas quanto por empresas de varejo que operam no âmbito digital, tais como Magazine Luiza, Casas Bahia, além de redes de supermercado. Nesse contexto, a empresa percebeu, em 2021, um faturamento de 1800% comparado a 2020, ano que foi criado o Movida Cargo, uma linha de veículos utilitários para entrega, que inclui o elétrico Jumpy, da Citroën.

³⁷ Foto disponível em 18/07/2022, no site: <https://www.infomoney.com.br/mercados/sp-ganha-empresa-de-carros-eletricos-compartilhados-veja-precos-e-como-funciona/>

³⁸ Consultar: <https://www.infomoney.com.br/mercados/sp-ganha-empresa-de-carros-eletricos-compartilhados-veja-precos-e-como-funciona/>

A meta pretendida é de que 20% da frota seja elétrica nos próximos anos. O diretor executivo de Vendas e Marketing da Movida analisa os benefícios para clientes pessoas jurídicas: “Empresas que precisam manter sua certificação e precisam fazer *delivery* com carro elétrico para diminuir ou eliminar a pegada de carbono, a gente já tem a oferta disso”.

Percebe-se, desse modo, uma forte tendência de crescimento de lançamentos de serviços, produtos e soluções elétricas no âmbito do mercado de locação de veículos.

3.5.4 Desafios para o desenvolvimento dos novos modelos de negócio baseados em assinaturas

Conforme se observa dos subcapítulos anteriores, há consideráveis fatores que surgem como vetores favoráveis à difusão da mobilidade elétrica no mercado de locadoras de veículos. No entanto, de acordo com a percepção de atores do setor, existem também aqueles que funcionam como obstáculo para essa transição.

De acordo com o COO da Easy Car, ainda falta mobilização do Governo Federal para instalar infraestruturas de recarga em vias públicas, especialmente em rodovias. No que concerne aos perímetros urbanos, segundo o representante da East Car, alguns agentes privados, com destaque para montadoras, têm se encarregado de expandir a rede de eletropostos.

Outro gargalo apontado pelo diretor executivo de Vendas e *Marketing* da Movida consiste no preço e nas condições de aquisição de veículos elétricos.

Segundo o executivo, é necessário que o governo embarque nessa transição e formule políticas públicas de fomento.

Também argumenta que, para ter mais saída de veículos elétricos, é necessário que as baterias ofereçam mais autonomia e que haja maior disponibilidade de pontos de recarga. “A ideia da Movida é que suas lojas possam servir como um corredor, onde os usuários possam tanto alugar quanto recarregar seus carros nas lojas. Até para compensar as faltas de infraestrutura”.

Os gargalos percebido pelo setor, portanto, consistem na escassez de infraestrutura de recarga, preços e condições de pagamento de veículos elétricos, autonomia das baterias, bem como falta de mobilização do governo para formulação de políticas públicas e instalação.

3.6 Considerações finais

Com o panorama exposto neste capítulo – abrangendo montadoras, empresas de eletropostos e locadoras – nota-se estímulos, gargalos e nuances da transição para a mobilidade descarbonizada. Em sede de conclusão, estão sintetizados e consolidados abaixo alguns desses fatores.

No tocante às montadoras, percebe-se que a progressiva mudança de posicionamento de três principais agentes tem intensificado suas adesões à eletromobilidade, quais sejam: os consumidores, as empresas e os governos. Esse quadro tem estimulado notavelmente o ímpeto das montadoras de apresentarem novos modelos híbridos e elétricos, refletindo num aumento quantitativo considerável de lançamentos dessas categorias.

Em regra, as fabricantes apostam nos modelos híbridos como mais promissores para a fase de transição no Brasil, considerados aspectos como disponibilidade de infraestrutura de biocombustíveis e de pontos de recarga, bem como poder de consumo do público.

Observa-se que uma das principais barreiras que dificultam a popularização de veículos híbridos e elétricos são os seus elevados preços de aquisição. Em face disso, as montadoras já estão buscando implementar estratégias para ajudar na redução dos custos de fabricação de seus produtos. Além disso, existe uma demanda do setor por políticas de natureza fiscal que sejam mais favoráveis aos veículos descarbonizados.

Nos últimos anos, o setor automotivo foi intensamente afetado tanto pela queda na demanda, decorrente da pandemia da COVID-19, quanto pela crise global de fornecimento de semicondutores, que afetou particularmente a produção de veículos elétricos, visto que apresentam demanda elevada do material. Frente à crise de materiais, o mercado brasileiro se estruturou para formular um projeto para fabricação de semicondutores no Brasil nos próximos anos.

No que diz respeito ao segmento de eletropostos, constata-se que o Brasil tem um grande potencial para instalação de aparelhos em locais privados, devido à vasta disponibilidade de garagens em residências, condomínios e prédios corporativos, o que reverbera na estratégia de expansão que empresas do setor tem adotado.

Observa-se, também, uma crescente diversidade de setores e de agentes que têm se engajado em parcerias com empresas de soluções de recarga para fins de amplificação da malha disponível de eletropostos. Ademais, na percepção de representantes de empresas do setor, além do incremento físico de pontos de recarga, verifica-se um desenvolvimento no aspecto de conectividade dos postos, otimizando suas formas de gestão, operação e cobrança.

Repara-se, tanto a nível nacional quanto internacional, uma movimentação de empresas do setor de combustíveis, no sentido de aportar investimentos em redes de infraestrutura de recarga.

Existe, no entanto, uma imprecisão do ponto de vista jurídico-tributário, que acaba por servir como desestímulo para o setor de eletropostos. Em síntese, a questão consiste na falta de clareza quanto à natureza jurídica da atividade de recarga, se seria uma comercialização de energia ou uma prestação de serviço, de forma que incidiria, em cada caso, ICMS ou ISS, respectivamente. Essa incerteza tem conduzido algumas empresas a deixarem de cobrar pela recarga, para evitar riscos fiscais.

Outro desafio relevante para o segmento consiste na instalação de pontos de recargas em locais afastados dos centros urbanos, como nas rodovias. Em síntese, as adversidades consistem em projeções de *payback* e a própria disponibilidade de infraestrutura de energia adequada e o tempo para atender à demanda.

No que concerne às locadoras, pode-se falar que estas cumprem importante papel de servir como meio para que muitos clientes possam desmistificar a experiência com veículos híbridos e elétricos.

Ainda, nota-se um aumento nos investimentos que as empresas de locação têm feito para expandir o número de veículos elétricos disponíveis em suas frotas. No entanto, o preço e condições de aquisição de veículos híbridos e elétricos continuam sendo os principais gargalos para a transição para o setor.

Diante do quadro exposto, observa-se a existência de gargalos que ainda acometem os segmentos analisados neste capítulo, do lado da oferta. Por outro lado, constata-se também consideráveis avanços no tocante a lançamentos, novos modelos de negócio e expansão da rede, bem como intensificação nas relações existentes no ecossistema da eletromobilidade, por parte de agentes privados.

CAPÍTULO 4.

A VISÃO DOS ATORES: AS

EXPERIÊNCIAS, JORNADAS

E PERSPECTIVAS

DAQUELES QUE ESTÃO

ABSORVENDO A

TECNOLOGIA EM SEUS

MAIS DIFERENTES TIPOS

DE CONSUMIDORES

Anna Carolina L. Navarro³⁹

³⁹ Mestre e Doutoranda em Política Científica e Tecnológica (IG/UNICAMP), Pesquisadora do Laboratório de Estudos do Veículo Elétrico (LEVE/UNICAMP) e Consultora Associada à Barassa and Cruz Consulting.



4.1

Introdução

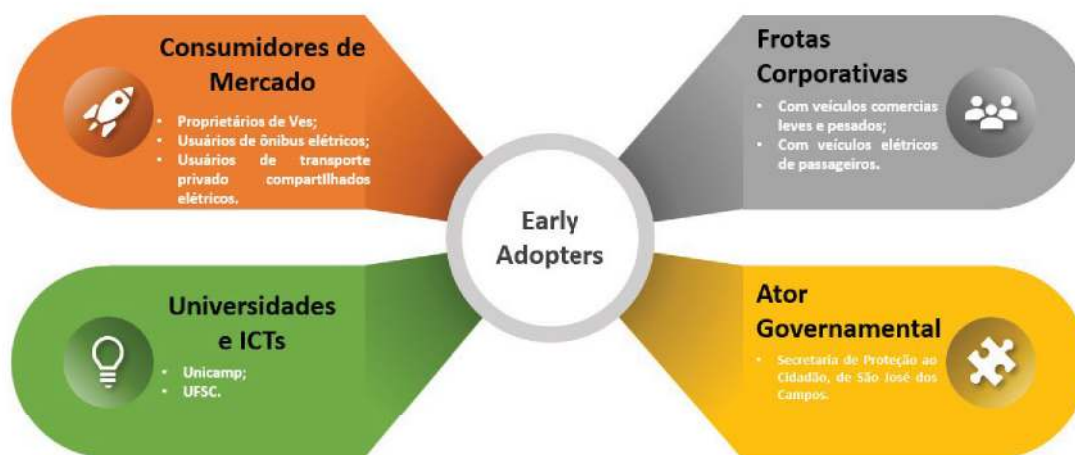
“Comprei um veículo elétrico por uma questão econômica e de sustentabilidade!”
Entrevistado e proprietário de veículo elétrico

Enquanto o capítulo anterior se propôs a olhar para os atores ofertantes de produtos e serviços e da cadeia produtiva, os quais desempenham um papel fundamental para o desenvolvimento da mobilidade elétrica na oferta de produtos e soluções, neste capítulo o foco será na visão dos *early adopters*⁴⁰ da mobilidade elétrica, ou seja, sob a perspectiva da demanda, considerando os diferentes consumidores.

O objetivo desse exercício é compreender as motivações e as distintas experiências dos usuários com modais elétricos (leves e pesados), o que permitirá compreender a jornada desses pioneiros, bem como os bloqueios e gargalos, além de promover a aceitação em massa sobre a nova tecnologia.

O esquema abaixo permite compreender quais foram os principais atores entrevistados para o desenvolvimento deste capítulo.

Figura 24. Esquema com as principais *personas* abordadas



Fonte: elaboração própria

⁴⁰ Termo amplamente aplicado, a partir da língua inglesa, que se refere a grupos de primeiros adotantes/compradores de determinada tecnologia ou produto.

Dito isso, o capítulo está organizado em cinco seções, além desta introdução e as conclusões finais.

Na segunda parte do capítulo, são apresentadas as motivações e desafios dos consumidores de mercado, representados pelos proprietários de veículos elétricos, usuários do transporte público e usuários do transporte compartilhado.

Posteriormente, apresenta-se as demandas e percepções das empresas e *startups* que possuem frotas de utilitários elétricos para a distribuição de bens de consumo e serviços no Brasil.

Na quarta parte do capítulo, estão indicadas as percepções dos atores governamentais, aqui representados pelo poder público da cidade de São José dos Campos, que conta com 100% da frota elétrica da GCM (Guarda Civil Municipal).

Na penúltima parte do capítulo, é apresentada uma visão das universidades, retratada pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que contam com projetos de ônibus elétricos.

Finalmente, nas considerações finais do capítulo, pondera-se as principais lições aprendidas a partir dos relatos obtidos.

No tocante à estratégia metodológica para o desenvolvimento do capítulo, foram utilizados, principalmente, dados primários, coletados por meio de

um ciclo de entrevistas, abertas e semiestruturadas, seguindo um roteiro previamente elaborado, com um conjunto heterogêneo de usuários de modais elétricos.

Também foram utilizados dados secundários. Foram consultados sites da Internet, revistas e jornais para realizar o levantamento das empresas e *startups* voltadas tanto para o segmento de compartilhamento de veículos elétricos, quanto às frotistas e transportadoras com comerciais elétricos (passageiros e bens/serviços).

Ainda dentro dessa lógica, foram utilizados os insumos gerados por uma pesquisa conduzida pela AES Brasil - em parceria com a MovE, Barassa & Cruz Consulting, Netz Engenharia e Movida.

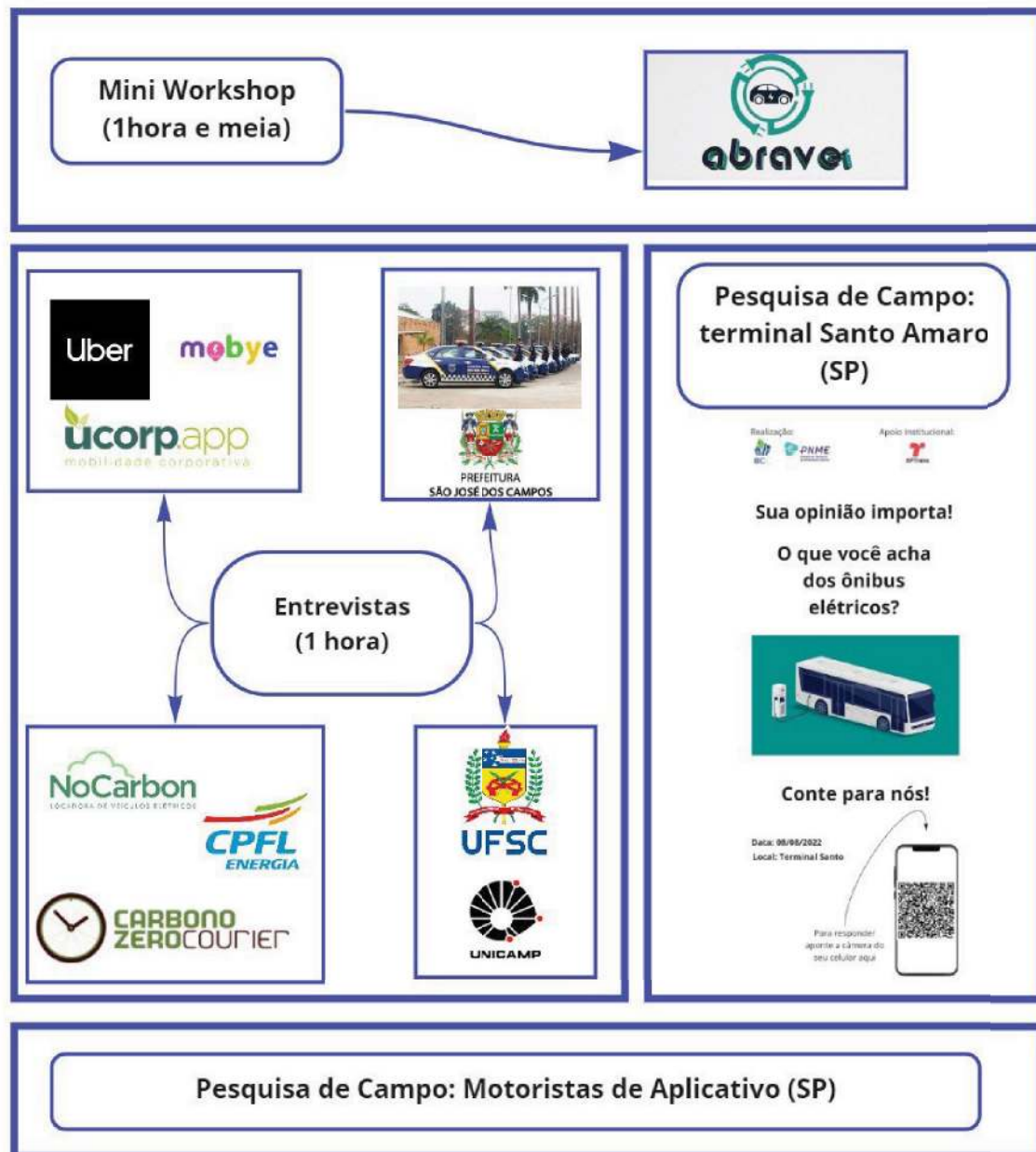
Ainda, foi realizado um mini-*workshop* estratégico virtual, com duração de 90 minutos, com 8 integrantes, proprietários de veículos 100% elétricos, da Associação dos Proprietários de Veículos Elétricos Inovadores (Abravei), considerada a principal entidade representativa dos usuários de veículos elétricos e híbridos *plug-in*.

Também foi empreendida uma pesquisa de campo com usuários de ônibus do terminal de Santo Amaro, em São Paulo.

A Figura 26 apresenta um resumo dos atores entrevistados e os métodos utilizados. Salienta-se também que, de forma complementar às análises, foram consultadas fontes secundárias em páginas da *web*.

⁴¹ Neste modelo de entrevista, as respostas podem ser relativamente livres e o entrevistador/pesquisador tem liberdade para acrescentar uma questão não prevista quando achar necessário, dependendo das respostas dos entrevistados. As entrevistas com os agentes foram realizadas por meio da plataforma Teams e Google Meet.

Figura 26. Procedimentos metodológicos: fontes primárias



Fonte: elaboração própria

Finalmente, cabe mencionar o caráter inédito deste capítulo, que preenche uma lacuna de estudos sobre a percepção dos usuários em relação à tecnologias disruptivas, a exemplo dos veículos elétricos.

4.2. Consumidores de Mercado

Esta seção se destina a apresentar as motivações e os questionamentos dos usuários de veículos elétricos.

4.2.1 Proprietários de veículos elétricos

Na perspectiva de entender as experiências (barreiras e motivações) dos usuários de veículos elétricos privados, esta seção foi desenhada com base nas respostas dos integrantes da ABRAVEi.

De modo consensual, foi relatado que a **infraestrutura não está acompanhando a evolução de crescimento do mercado**. Ou seja, muito embora a quantidade de veículos elétricos esteja crescendo exponencialmente no Brasil, conforme apresentado no Capítulo 1, os usuários dos veículos elétricos relataram que a infraestrutura de recarga não está acompanhando esse movimento, sendo essa uma das principais barreiras para a aquisição de um VE.

Outro obstáculo, consequência direta do anterior, é que os usuários não alimentam os aplicativos que mapeiam as estações de recarga. De modo que, regularmente, um dono de carro elétrico encontra um ponto de recarga que já está ocupado, configurando-se como “um dos maiores traumas em relação aos veículos elétricos.”

Além da insuficiente infraestrutura de carregamento, um dos entrevistados relatou que as concessionárias não deixam os veículos elétricos (ou híbridos *plug-in*) de outras marcas usarem os carregadores.

Há também uma **ausência de um código de conduta entre os usuários/motoristas de veículos elétricos**. Os usuários relataram que um problema frequente é que os motoristas deixam os veículos nas (ainda escassas) vagas mesmo quando não estão mais carregando.

Outro problema é que os próprios proprietários de veículos elétricos não têm o devido cuidado com os eletropostos. Praticamente todos os entrevistados relataram deparar-se com carregadores e conectores danificados, como mostra a Figura 27.

Figura 25. Imagem de conector danificado



Fonte: elaboração própria

Adicionalmente, foi mencionado que alguns **projetos de P&D voltados ao desenvolvimento de infraestrutura de recarga e à integração dos VEs têm comprometimento parcial com a manutenção**. Desse modo, constantemente os motoristas de VE deparam-se com eletropostos com manutenção pontual, ou até mesmo obsoletos.

Ainda sob essa perspectiva, foi identificado que há baixa fiscalização do estado atual dos eletropostos, pois, uma vez que os pilotos acabam, as estruturas são abandonadas.

Os usuários também relataram que, frequentemente, deparam-se, “com uma infraestrutura de carregamento sem um fio terra adequado”, o qual é essencial para garantir a segurança em uma rede elétrica, além de carregadores desativados.

Um outro problema latente é a **desinformação sobre a tecnologia**. Por se tratar de uma tecnologia mais cara, deveria haver um maior esforço de comunicação, trazendo informações claras e legítimas sobre os veículos elétricos. Isso porque alguns entrevistados relataram que a mídia tem desinformado a população sobre o funcionamento e comportamento dos VEs. Por exemplo, a desinformação a respeito do carregamento é algo frequente, o que faz com que os condomínios se posicionem contra a instalação da infraestrutura de recarga.

Por fim, os entrevistados, consensualmente, apontaram que uma barreira é a **ausência de políticas públicas direcionadas para reduzir os custos de aquisição de um veículo elétrico**. Notadamente, “os veículos elétricos são sobretaxados no Brasil”. Ou seja, na percepção deles, pagam mais impostos do que os veículos movidos a combustão interna.

Embora os nossos entrevistados tenham comentado alguns desafios com os VEs, também foram relatadas as motivações para a aquisição de um elétrico (puro ou híbrido *plug-in*), bem como as potenciais oportunidades para a nova tecnologia. De uma forma geral, as respostas puderam ser divididas em questões econômicas, ambientais e de sustentabilidade.

Com os preços elevados dos combustíveis fósseis, aliados aos altos custos de manutenção dos motores movidos a combustão interna, **os veículos elétricos aparecem como uma solução mais econômica** devido aos menores custos de operação e manutenção, sobretudo para os usuários que utilizam o veículo de forma mais assídua e com grandes deslocamentos.

O mini *workshop* revelou que há um perfil semelhante entre os participantes em relação ao uso dos veículos elétricos. De forma homogênea, os usuários utilizam os veículos tanto para o deslocamento urbano quanto para jornadas mais

longas. Inclusive, sob essa perspectiva, foi relatada uma experiência de uma expedição São Paulo-Montevideo com veículos elétricos.

As considerações ambientais também aparecem como um fator decisivo para a aquisição de um VE, os quais deixam de contribuir com as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e poluentes locais, cujo impacto é direto na qualidade de vida da população. Ainda sob a perspectiva ambiental, um dos entrevistados, que era um mergulhador autônomo, também relatou a preocupação com o derramamento de óleo na exploração da camada pré-sal.

Por fim, **os veículos elétricos também se colocam como uma das soluções de mobilidade urbana**, pois oferecem uma alternativa aos combustíveis fósseis e líquidos.

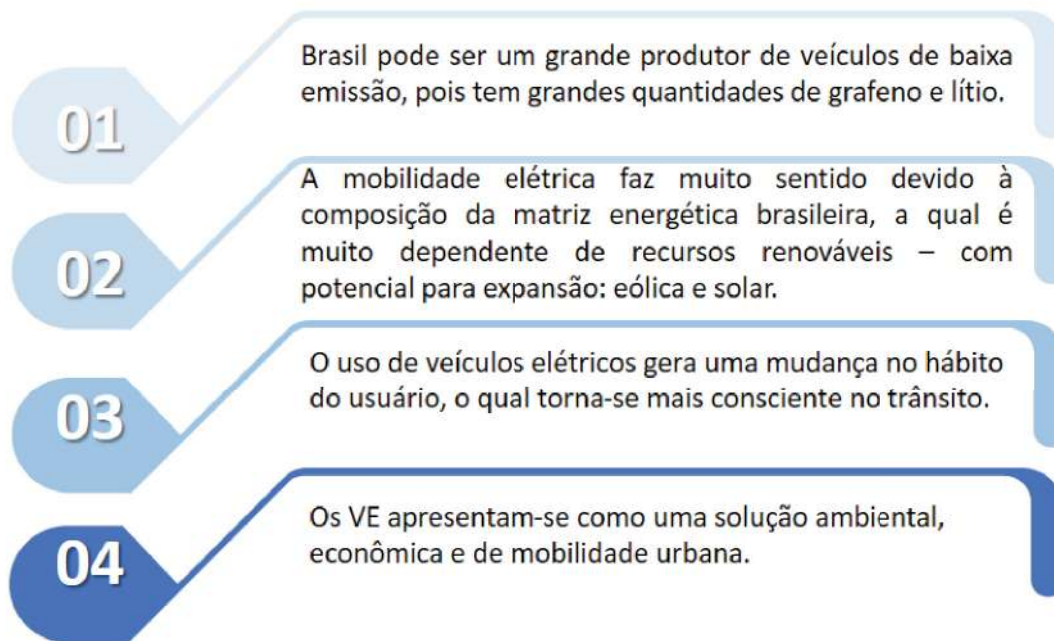
Um dos entrevistados relatou que a grande motivação para substituir seu veículo com motor a combustão interna por um elétrico foi a greve dos caminhoneiros, de 2019, que reforçou a dependência dos combustíveis fósseis para os deslocamentos.

Outro entrevistado comentou sobre a questão do rodízio urbano na cidade de São Paulo. Na medida em que os centros urbanos vão se expandindo, políticas de restrição veicular tornam-se cada vez mais comuns. No caso da cidade de São Paulo, os veículos elétricos são isentos do rodízio urbano, o que gera uma motivação para aquisição de um VE.

Também foi ponderado que o uso de veículos elétricos gera uma mudança no hábito do usuário, uma vez que é possível usar a frenagem regenerativa para carregar parcialmente a bateria do veículo. De outro modo, o motorista do veículo elétrico é, por essência, mais consciente no trânsito.

A partir do preâmbulo desenvolvido, ponderando sobre todas as dificuldades relatadas, na visão dos proprietários dos veículos elétricos, existem grandes oportunidades para o Brasil, conforme ilustrado na Figura 28.

Figura 28. Oportunidades e jornada para a mobilidade elétrica no Brasil, a partir de uma perspectiva dos proprietários de veículos elétricos



Fonte: elaboração própria

4.2.2 Usuários de ônibus elétricos

Na sequência, apresenta-se a segunda categoria de consumidores de mercado: os usuários dos ônibus elétricos.

Para identificar as “sensações” e as “características” percebidas por tais usuários sobre a nova tecnologia, empreendeu-se uma pesquisa no terminal Santo Amaro, na cidade de São Paulo, no dia 09 de agosto de 2022. Para caracterizar a amostra, foram identificadas as seguintes *proxys*: faixa etária, pronome adequado, renda média e a frequência do uso da linha.

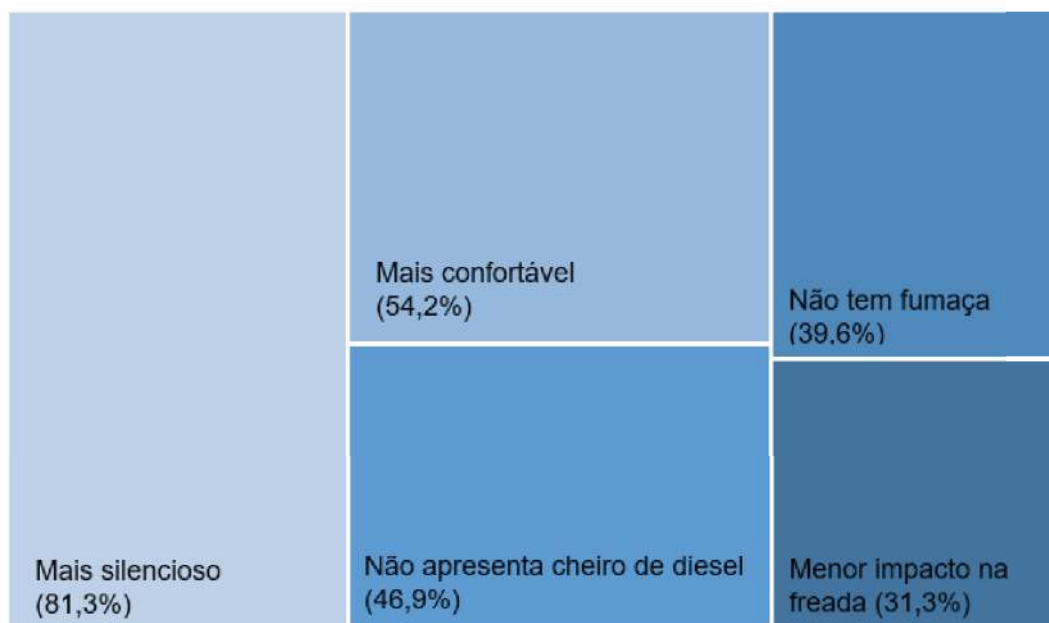
Em síntese, 100 usuários participaram da pesquisa. Podemos concluir que a população-alvo entrevistada é relativamente jovem (64,4% dos respondentes possuem até 34 anos) e composta

por indivíduos que se identificam com o pronome “ela/dela” (64%). Ademais, 82,5% possuem até 2 salários-mínimos. Por fim, a grande maioria usa a linha com frequência (58,4% usam diariamente e 25,7% de uma a três vezes na semana).

Segundo a nossa pesquisa, 70% dos usuários afirmaram perceber que estão andando em um ônibus com uma tecnologia diferente, enquanto 87,1% identificaram que se trata de um ônibus elétrico.

Parte dessa percepção está, principalmente, relacionada ao silêncio do motor (81,3%) e ao conforto (54,2%). A Figura 29 apresenta as top 5 características percebidas pelos usuários de ônibus elétricos.

Figura 29. Top 5 características percebidas pelos usuários de ônibus elétricos



Fonte: elaboração própria

Outros elogios e benefícios também foram atribuídos aos ônibus elétricos, como: “não polui”, “mais bonito e ecológico” e “mais limpo”.

Um dos usuários também enunciou que teve a “impressão do ônibus não estar andando”. Seguindo essa lógica, 24% dos usuários detectaram a sensação do ônibus elétrico andar mais devagar.

Por outro lado, grande parte dos usuários (76%) concordam que a sensação de andar no ônibus elétrico é boa ou extremamente boa.

Ainda, quase 100% dos entrevistados gostariam que houvesse mais ônibus elétricos nas linhas, não obstante apenas 17,8% estão dispostos a pagar um pouco a mais pela tecnologia.

De um modo geral, fica claro que a tecnologia é bem aceita pela população. E, de forma curiosa, há um senso comum de que os elétricos contribuem com o meio ambiente.

4.2.3 Usuários do transporte privado compartilhado

Diversas cidades em todo o mundo têm sido palco para o desenvolvimento de novos modelos de negócios relacionados à mobilidade elétrica. Assim, notamos que as empresas estão se adaptando frente às novas demandas da sociedade na busca por uma mobilidade compartilhada e eficaz.

Com a mobilidade compartilhada (serviços de *ride-hailing*⁴²: UBER, 99taxi; *car-sharing*: BeepBeep, Letz, Ucorp, Moby), verifica-se o início de mudança da cultura do automóvel, onde este deixa

de ser visto como um bem e passa a ser enxergado como um serviço. Ou seja, o consumidor valoriza cada vez mais o uso em detrimento da posse, o que faz com que diversos modelos de mobilidade compartilhada ganhem relevância.

A Figura 30 demonstra uma mudança esperada no padrão do uso do automóvel, a partir da transição da propriedade privada para o uso compartilhado desses veículos.

Figura 30. Mudança no uso do automóvel



Fonte: elaboração própria

De forma consensual, identificamos que as *startups* de *ride-hailing* têm assumido compromissos de reduzir as emissões. A Uber, por exemplo, quer que 100% das viagens sejam feitas por veículos sem emissão de carbono até 2040.

Também é possível observar o surgimento de novos modelos de negócios para a mobilidade compartilhada. Por exemplo, a Beepbeep conta com uma frota de veículos 100% elétricos disponíveis para pessoas físicas.

Por outro lado, também se observa startups que trabalham com modelo de negócios *white label*, ou seja, funcionam como fornecedoras e integradoras de soluções personalizadas, a saber: Ucorp e Moby. Nessa perspectiva, os clientes diretos são outras empresas (*business-to-business*, B2B), interessadas na mobilidade urbana compartilhada.

A Moby oferece soluções tanto para as empresas (ativação da mídia) quanto para as comunidades, por meio de locação de veículos elétricos, especialmente bicicletas e patinetes. Também participou de concorrências públicas para atuar em parques das cidades e, neste momento, mantém o foco no *business-to-business* (B2B), como, por exemplo, nas empresas de *delivery*, conforme citado anteriormente.

A Ucorp, por sua vez, é uma empresa fornecedora de uma plataforma *white label* com tecnologia 100% nacional de gestão de frotas corporativas. No âmbito da plataforma, são oferecidos os seguintes serviços: plataformas de *car-sharing*; *fleeting* e teste drive; *pool* e assinatura de pacotes.

Sendo assim, identifica-se, nesta seção, as oportunidades e os desafios tanto para os clientes diretos

⁴² O termo *ride-hailing*, em inglês, refere-se à atividade de pedir por um veículo em aplicativos de transporte.

das *startups* quanto para usuários finais dos modais elétricos compartilhados. Para tal, foram realizadas entrevistas com os CEOs da Ucorp e da Moby, bem como foram utilizados os dados coletados pela pesquisa desenvolvida no âmbito do projeto da Chamada Pública 22/2018 da Aneel, liderada pela empresa do setor elétrico AES Brasil.

4.2.3.1 Desafios e Barreiras (Ucorp e Moby)

Perguntados sobre as barreiras e dificuldades encontradas pelos clientes/consumidores, o principal desafio apresentado pelos stakeholders concerne à infraestrutura de recarga.

De fato, de acordo com a CEO da Moby, está é uma das principais dificuldades enfrentadas pelos usuários de levíssimos elétricos que utilizam a tecnologia para o *urban delivery*, pois os ativos necessitam ser recarregados com alguma frequência, com base na durabilidade da bateria.

De forma complementar, as atuais licitações apresentam-se como uma barreira para o desenvolvimento da infraestrutura de recarga e pontos de coleta de ativos em parques públicos e áreas públicas, por exemplo.

4.2.3.2 Oportunidades e Motivações (Ucorp e Moby)

As entrevistas conduzidas junto aos *stakeholders* também nos possibilitaram compreender as motivações trazidas pelos usuários ao optar por veículos elétricos compartilhados.

Em relação aos clientes B2B, notadamente as empresas têm buscado as *startups* voltadas para o segmento da mobilidade compartilhada, devido à adesão às estratégias ESG, sigla em inglês para se referir às melhores práticas ambientais, sociais e de governança de um negócio, alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Ou seja, a maior eficiência da operação das frotas corporativas, por meio de plataformas de car-sharing, é vista como uma das soluções para a agenda ESG adotada pelas empresas.

Portanto, uma das motivações para a adesão de frotas elétricas compartilhadas está relacionada à

Segundo a CEO da Moby: “Dentro dos parques temos desafios relacionados ao credenciamento e as licitações para conseguir colocar os pontos de recarga”. Este é um ponto que merece grande atenção, pois a facilidade e comodidade do carregamento está intimamente relacionado à garantia de uma boa experiência com a tecnologia.

É nessa perspectiva que é necessário um engajamento do poder público, principalmente local, para promover ações que facilitem o desenvolvimento de novos modelos de negócios com tecnologias disruptivas, por exemplo, através da concessão de espaço público para implementação de pontos de entrega de levíssimos elétricos.

sua capacidade de reduzir as emissões, pois, via de regra, quanto menos automóveis circulando nas ruas e estradas, menos combustíveis fósseis são queimados.

Também foi relatado que, sobretudo nos dois últimos anos, observou-se uma **mudança no perfil do usuário e consumidor**, onde o automóvel deixa de ser visto como um bem e passa a ser enxergado como um serviço.

Na perspectiva de entender o lado dos usuários finais, tomamos como exemplo os usuários do VEC Itaú, um serviço de compartilhamento de carros que o banco Itaú oferece aos funcionários. Segundo o nosso entrevistado, **a experiência econômica é um dos principais componentes que tem motivado os usuários a utilizarem e a buscarem os veículos elétricos compartilhados.**

Ainda, sob a ótica econômica, foi relatado que 70% dos usuários utilizam os veículos para longas jornadas, contrariamente a um senso comum de que os veículos elétricos são usados apenas em rotas urbanas. Fato que indica a necessidade de implementar mais infraestrutura de recarga em rodovias e estradas.

Os *stakeholders* também apontaram a preferência dos usuários por modais elétricos devido ao

conforto da experiência, pois os veículos elétricos contam com um motor silencioso.

Por fim, os esquemas de compartilhamento funcionam como um mecanismo para aumentar a inclusão de grupos que não teriam acesso à mobilidade elétrica, além de promover a mobilidade para pessoas que não possuem um veículo próprio.

4.2.3.3 Experiência de Viagem com Veículo Elétricos por transporte de aplicativo

Para entender as percepções dos usuários de veículos compartilhados de *ride-hailing* acerca da nova tecnologia, utilizou-se os dados coletados de uma pesquisa conduzida pela AES e seus parceiros (MovE, Barassa & Cruz Consulting, Netz Engenharia e Movida). A pesquisa foi realizada através de QRcodes colocados em três veículos elétricos de motoristas de aplicativos, durante três meses, na cidade de São Paulo.

Essa pesquisa é um dos desdobramentos de um projeto mais amplo do P&D Aneel da Chamada 22 da AES Brasil⁴³, cujo objetivo é compreender as oportunidades e desafios para ampliar a oferta de veículos elétricos nas viagens por aplicativos.

Enquanto a Movida ficou responsável pela concessão dos veículos elétricos, a leitura e interpretação dos dados (parâmetros técnicos e financeiros) da operação do piloto foram realizados pela Netz Engenharia e Barassa & Cruz Consulting.

Não obstante a amostra seja um recorte da experiência – foram analisadas respostas de 100 usuários de transporte por aplicativo com veículos elétricos – a pesquisa, de caráter inédito, nos revela algo que também foi explorado por outros consumidores de mercado: os veículos elétricos garantem uma melhor experiência e conforto para os usuários!

Figura 31. Veículos elétricos garantem uma melhor experiência e conforto para os usuários



Fonte: elaboração própria

⁴³ A AES Brasil é uma empresa geradora a partir de fontes 100% renováveis, que atua como plataforma integrada adaptável às demandas dos clientes.

Em relação às características dos veículos, o silêncio da rodagem (70,5%) aparece como a principal característica de um veículo elétrico.

Também chama atenção que mais da metade (54,7%) dos respondentes estariam dispostos a pagar mais por uma viagem feita em um veículo elétrico, fato que pode ser atribuído ao conforto e silêncio apontado pelos usuários.

Ainda, identificamos que usuários têm a consciência de que os veículos elétricos se apresentam como uma das possíveis soluções para reduzir as emissões. Quase 100% dos respondentes têm a

percepção de que, em alguma medida, a mobilidade elétrica contribui significativamente para a agenda climática e outros parâmetros de sustentabilidade.

Na ocasião, 96% dos respondentes também concordaram que, provavelmente, indicariam uma viagem com veículo elétrico em transporte de aplicativo para amigo/familiar.

De um modo geral, pondera-se a ideia de que os usuários dos veículos elétricos por aplicativos possuem uma percepção positiva sobre a tecnologia.

4.3 Frotas corporativas para transporte de bens e passageiros

Cada vez mais, as empresas estão utilizando veículos comerciais elétricos (levíssimos, leves, médios e pesados) para a distribuição de entregas de bens e para a realização de serviços nos centros urbanos.

De fato, quando olhamos para as empresas, tanto no Brasil quanto no resto do mundo, a eletrificação aparece como uma das possíveis soluções para alcançar as metas de ESG. Nessa perspectiva, notamos o aumento do apetite por veículos comerciais elétricos por um grupo heterogêneo de empresas transportadoras e frotistas, a saber: Natura, Mercado Livre, Via Varejo, C&A Brasil, Grupo Boticário, DHL Supply Chain, Magalu, Ambev, Lojas Americanas, CPFL, No Carbon e Carbono Zero.

Um primeiro case que merece destaque é a atuação da Natura - fabricante de cosméticos e produtos de higiene e beleza. A empresa vem testando veículos 100% elétricos em sua frota desde 2013/2014. Naquele momento, a companhia desenvolveu uma parceria com a FedEx e a Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL). A Natura usará três Renault Kangoo elétricos nas entregas de produtos às consultoras nas cidades de Campinas e do Rio de Janeiro (AUTOMOTIVE BUSINESS, 2014).

Importante ressaltar que as ações da Natura não se limitam aos dois cases mencionados.

Considerada uma das maiores empresas de *e-commerce*, o Mercado Livre é uma das maiores frotistas com VUCS elétricos (Renault Kangoo Z.E), em 2022, no Brasil. Ao final de 2021, a empresa já contava com 217 veículos elétricos em operação (EXAME; VEJA; 2022), como parte da estratégia de reduzir as emissões.

Também merece destaque a atuação da *holding* Via Varejo, dona das marcas Casas Bahia e Ponto Frio. A empresa tem eletrificado a sua frota como estratégia para reduzir as emissões de CO₂. Nessa perspectiva, a empresa adquiriu furgões BYD T3, com autonomia de 300 quilômetros, cada um, e recarga rápida de até duas horas. A recarga dos veículos é feita no Centro de Distribuição, localizado em São Bernardo do Campo, em São Paulo (AUTOMOTIVE BUSINESS, 2021).

Também como parte da estratégia de logística verde e para cumprir com as ações de sustentabilidade inseridas na agenda ESG da companhia, a C&A Brasil conta com veículos elétricos espalhados entre o eixo Rio-São Paulo. Segundo a reportagem do Estadão Mobilidade (2022), desde setembro de

2021, a companhia incluiu motos e um caminhão elétricos para realizar as entregas.

Com o objetivo de que, até 2025, 100% das entregas sejam feitas por veículos elétricos na capital de São Paulo, o Grupo Boticário realizou uma parceria com a DHL para eletrificar as entregas e, conseqüentemente, zerar as emissões na cidade. Seguindo essa lógica, 14 veículos elétricos passaram a fazer parte da frota em São Paulo e região metropolitana, o que corresponde a 50% do volume de entregas da região (FORBES, 2021).

A DHL Supply Chain, líder mundial em logística, armazenagem e distribuição, utiliza tanto comerciais leves (Renault Kangoo Z.E) quanto comerciais médios e pesados (BYD T3 e JAC iEV1200T). Segundo a Forbes (2021), a empresa acumula uma frota elétrica no Brasil de mais de 60 automóveis, com vans e um caminhão fazendo entregas verdes em São Paulo, Campinas e Rio de Janeiro.

A iniciativa de eletrificar a frota é parte de um conjunto de práticas sustentáveis da DHL Supply Chain (denominadas *Go Green*), que têm o objetivo de reduzir os impactos ambientais nas operações logísticas. Até 2050, o Grupo Deutsche Post DHL pretende zerar suas emissões de CO₂ (INSIDEEVS, 2021).

Nessa mesma linha, com a proposta de diminuir o impacto ambiental nas operações, a varejista Magalu conta com uma frota de 51 veículos elétricos, da montadora JAC Motors (MOBILIZE, 2021).

Com a meta de que 50% da sua frota nacional seja composta por caminhões elétricos até 2025, a Ambev, empresa líder no segmento de bebidas, comprou 1.600 caminhões Volkswagen *e-Delivery* (primeiro caminhão elétrico da América Latina), que serão incorporados até 2023. Além disso, a empresa já realizou a compra de mais de 1.000 veículos elétricos com a startup FNM e a montadora Agrale, bem como estabeleceu parceria com a JAC Motors para aquisição dos caminhões elétricos no modelo iEV1200T (DIÁRIO DO TRANSPORTE, 2018; FOLHA, 2021; VALOR ECONÔMICO, 2021).

Por fim, destacamos a atuação da Americas S/A, a qual também enxerga a mobilidade elétrica como uma estratégia para tornar-se net zero até 2025. Em 2022, a empresa tem mais de 270 veículos elétricos, entre *tuk-tuks* e utilitários Renault Kangoo E-Tech Electric e BYD T3 (ESTADÃO MOBILIDADE, 2022).

Figura 32. Imagem de um veículo 100% elétrico das Lojas Americanas



Fonte: elaboração própria

As empresas também têm colocado veículos elétricos em frotas corporativas, com o objetivo de reduzir custos de manutenção, depreciação e fazer uma melhor gestão da frota, a exemplo da Vivo e da CPFL.

A partir do preâmbulo desenvolvido, ficou claro que as empresas têm buscado eletrificar as suas frotas. Para entender os drivers, oportunidades e

desafios encontrados por tais companhias, ou seja, realizar um *deep-dive* na percepção dos usuários sobre a nova tecnologia, empreendeu-se um ciclo de entrevistas tanto com as empresas focadas no *urban e-delivery*, como a Carbono Zero (frotistas com veículos comerciais leves e levíssimos) e a No Carbon (frotista com comerciais pesados), quanto com uma empresa com frotas elétricas para o transporte de passageiros, a exemplo da CPFL.

4.3.1 Estudo de caso de frotistas de *urban e-delivery*: Carbono Zero e JBS/No Carbon

4.3.1.1 Motivações

Criada em 2010, de forma a reduzir a poluição dos centros urbanos, melhorar o trânsito e diminuir a poluição sonora, segundo o sócio-gestor da empresa, a Carbono Zero é uma empresa que oferece logística urbana com modais de baixa emissão, a exemplo das *e-scooters*, bicicletas, *tuk-tuks*, furgões e veículos leves (Nissan Leaf) elétricos. Os clientes das empresas são majoritariamente outras empresas (Bolsa de Valores, PWC, Byer, Mercado Livre e até mesmo transportadoras como a DHL - que terceirizam o “*last mile*” *delivery*), que necessitam realizar algum tipo de entrega urbana nas cidades de São Paulo, Barueri, Osasco, Guarulhos, ABCD paulista e Baixada Santista.

Outra empresa nessa direção, em linha com o compromisso de se tornar **net zero em 2040**, a JBS lançou, em 2022, um novo negócio: a No Carbon, empresa especializada em locação de caminhões 100% elétricos. Inicialmente, a empresa atenderá as operações logísticas da própria JBS, considerando a distribuição de produtos da Friboi, Seara e Swift. Desse modo, a empresa tem como objetivo **reduzir diretamente as emissões** de CO₂ emitidas pelos caminhões com motores a *Diesel*.

Perguntados sobre as motivações para aquisição de frotas elétricas, as partes interessadas expressaram opiniões pragmáticas sobre a relevância da incorporação de modais de baixa emissão como uma das soluções para empresas que têm aderido à uma agenda estratégica ESG.

De forma consensual, os *stakeholders* apontaram que existe uma visão positiva consolidada sobre os modais elétricos. Pensando na experiência do usuário, foi relatado que as tecnologias de baixa emissão são consideradas um sucesso em razão do conforto no momento da direção, além da questão econômica – os elevados preços do diesel apresentam-se como uma “janela de oportunidades” para aumentar a popularização dos modais elétricos na sociedade.

O entrevistado da JBS relatou que os caminhoneiros gostam dos elétricos por causa da visibilidade. Por ser uma tecnologia relativamente nova, as pessoas têm muita curiosidade sobre o caminhão, causando nos caminhoneiros uma “sensação de serem mais importantes”.

Ainda segundo o relato do *stakeholder* da JBS, os caminhões elétricos são mais macios de dirigir, devido ao torque instantâneo do motor.

De forma complementar, o entrevistado da Carbono Zero ponderou que os usuários das bicicletas elétrica apresentam uma vantagem de subir ladeiras sem exigir grandes preparos físicos de seus condutores. A propósito, com os esforços poupados, os entregadores conseguem realizar um maior número de entregas.

4.3.1.1 Motivações

Embora as *startups*/empresas possuam frotas elétricas com tamanhos e tecnologias distintas, há uma série de questões e gargalos que foram identificados em comum.

» **Os stakeholders identificaram a ausência de uma robusta infraestrutura de recarga como uma das principais barreiras para adoção de frotas corporativas elétricas.**

Especialmente no caso da JBS, que conta com entregas de alimentos perecíveis, que devem ser mantidos sob temperaturas específicas, faz-se ainda mais necessário que a rota seja realizada em ambientes controlados. De outro modo, é essencial que o plano de rotas seja ajustado à infraestrutura disponível para o carregamento dos veículos.

Nessa perspectiva, os motoristas dos caminhões elétricos precisam ser submetidos a treinamentos específicos sobre as rotas que devem ser percorridas, além de como dirigir o veículo – uma vez que a

direção mais agressiva contribui com o maior gasto de energia.

» **Falta de organização do poder público local em relação à nova tecnologia.**

Muito embora os veículos elétricos tenham isenção de rodízio na cidade de São Paulo, o *stakeholder* da Carbono Zero relatou que os condutores de VEs já receberam multas por circular nos horários do rodízio.

» Novamente, os entrevistados **destacaram a relevância da barreira cultural associada sobretudo ao uso indiscriminado da infraestrutura de recarga disponível.**

Infelizmente, o que se observa é uma falta de solidariedade com os carregadores e, segundo o entrevistado da Carbono Zero, com frequência, os veículos ficam nos pontos de carregamento por mais tempo do que o necessário.

4.3.2 Estudo de caso de frotistas com veículos de passageiros: CPFL

Atenta às tendências de inovação e sustentabilidade, a CPFL Energia tem sido pioneira na implementação de iniciativas relacionadas à mobilidade elétrica para impulsionar a transição energética sustentável. Em 2013, a empresa participou do primeiro projeto de P&D da Aneel com o Projeto Emotive, no qual foram evitadas mais de 61 toneladas de CO₂ com veículos elétricos rodando em média 1000km por mês.

Desde 2020, a CPFL, por meio de outro projeto de P&D, tem investido em iniciativas relacionadas ao desenvolvimento da mobilidade elétrica. Nessa perspectiva, a empresa conta com 5 diferentes projetos em andamento, a saber:

1) **Ônibus elétrico:** o projeto do ônibus elétrico está em experimentação dentro do campus da Unicamp – esta iniciativa será melhor retratada no final deste capítulo.

2) **Eletroposto sustentável:** com o objetivo de reduzir o impacto na rede, foi desenvolvido um eletroposto com baterias e geração solar. Um parceiro importante deste projeto é a empresa Moura.

3) **Plataforma de mobilidade elétrica:** envolve a criação de um elo entre o usuário final e o proprietário da infraestrutura de recarga, proporcionando interoperabilidade. A iniciativa conta com a parceria do SENAI e CPQD.

4) **Second life:** o objetivo deste projeto é entender as possibilidades de reutilização da bateria para segundas aplicações.

5) **Eletrificação de frota em Indaiatuba:** eletrificação de 100% da frota operacional da cidade de Indaiatuba (SP) – utilização de 21 veículos elétricos

em toda a frota da CPFL, incluindo veículos de passeio, utilitários e caminhões.

O projeto piloto de eletrificação da frota de Indaiatuba foi, inicialmente, concebido para experimentar e monitorar o comportamento dos veículos elétricos. No âmbito do projeto, foram substituídos 21 veículos da companhia por versões análogas elétricas, dos quais 5 são veículos leves (usados pelo administrativo), 7 veículos médios (usados pelos técnicos para a manutenção e emergência da rede) e 2 veículos pesados (linha viva).

Logo de início, foram realizados testes de estresse para entender o comportamento das tecnologias

(viabilidade técnica e econômica), dado que “eletrificar a frota não é apenas substituir o veículo a combustão por elétrico”.

Os primeiros resultados foram essenciais para identificar quais modelos de veículos são economicamente viáveis e, portanto, devem permanecer no plano logístico da empresa. Como os veículos elétricos são, via de regra, mais caros quando comparados aos MCI, é essencial que os custos sejam superados com a rodagem dos veículos. Desse modo, identificou-se que os veículos emergenciais são os mais aderentes.

Figura 33. Imagem do veículo emergencial elétrico da CPFL Indaiatuba



Fonte: Prefeitura de Indaiatuba (2021)⁴⁴

⁴⁴ Consultar: <https://www.indaiatuba.sp.gov.br/relacoes-institucionais/impressa/noticias/29320/>

Ainda sob a ótica econômica, os testes identificaram resultados importantes sobre o *saving* relacionado ao abastecimento e manutenção dos veículos elétricos.

É importante destacar que a frota foi superdimensionada antes de iniciar as operações. Por se tratar de uma iniciativa inédita e sem estudos prévios, a empresa se muniu de veículos extras para evitar possíveis transtornos. Pois, durante a época de chuvas, por exemplo, o número de ocorrências tende a aumentar significativamente. Nessa perspectiva, faz-se necessário ter veículos suficientes para suprir as demandas.

Por fim, é de relevância destacar que os resultados de estresse também apontaram diferenças no consumo de energia da bateria dos veículos - fato que foi atribuído à forma de direção empregada pelo condutor. Nesse sentido, foi realizado um treinamento com os colaboradores para que eles aprendessem mais sobre a tecnologia e seus atributos. Foi ensinado, por exemplo, sobre a frenagem regenerativa como recarga de oportunidade.

Perguntado também sobre a experiência dos usuários com os veículos, o entrevistado relatou que

a tecnologia é muito bem aceita pelos eletricitas – condutores dos veículos. A razão dessa aceitação está relacionada à sensação de conforto proporcionada pelo motor elétrico. Ademais, além de ser automático, os veículos contam com um torque mais instantâneo.

Outro fator que chama atenção é a questão da poluição, tanto a sonora quanto as emissões do escapamento. Via de regra, para acionar os cestos aéreos, é necessário que os veículos movidos a diesel estejam ligados, o que impacta diretamente a saúde do colaborador. Contudo, de acordo com o nosso entrevistado: “com os veículos elétricos não são emitidos poluentes e ruídos, o que contribui com a saúde dos nossos colaboradores”.

Embora esforços tenham sido empregados para entender um pouco os desafios e as barreiras encontradas pelos usuários dos veículos elétricos, não foram relatadas experiências dessa natureza. Entretanto, foi explorado que, muito embora a mobilidade elétrica seja “um caminho sem volta”, o mercado de revenda dos veículos ainda é muito desconhecido. Ou seja, ainda há muitas incertezas sobre como este mercado irá se desenvolver.

4.4 Ator governamental: introdução e difusão da mobilidade elétrica no setor público

O poder público, em todas as escalas, aparece como um ator chave para promover e escalar iniciativas orientadas à mobilidade elétrica. De tal modo, existem alguns projetos em curso engendrados por atores governamentais, como o projeto VEM DF, VEM Paraná e a frota 100% elétrica da Guarda Civil Municipal (GCM), da Prefeitura de São José dos Campos (SJC).

Com o intuito de olhar para um caso concreto de aplicação de veículos elétricos em frotas públicas, empreendeu-se uma entrevista com o Secretário de Proteção ao Cidadão, de São José dos Campos, um dos responsáveis pela frota 100% elétrica da Guarda Civil Municipal da cidade.

“São José dos Campos, a primeira Cidade Inteligente do Brasil, já usa frota elétrica na Guarda Civil Municipal e tem projetos em andamento para a adoção de ônibus elétricos em todo o transporte público. Esse processo já foi iniciado, com a Linha Verde, que vai unir as duas regiões mais populosas da cidade, sul e leste, passando pelo centro, com um ônibus de propulsão elétrica.”

Logo de início, perguntado sobre as motivações para implementar uma frota pública com modais elétricos, o secretário observou que SJC possui uma cultura inovadora de longo prazo, em grande parte atrelada ao parque tecnológico e às instituições e empresas, como ITA e Embraer, que estão presentes na cidade.

Ainda, segundo o secretário, a questão econômica figura-se como a principal motivação para a substituição da frota da guarda municipal para veículos 100% elétricos.

Como os veículos a combustão interna eram patrimoniados, os custos de manutenção dos veículos ficam sob responsabilidade do poder público local. Ao passo que a aquisição dos veículos elétricos ocorreu via um modelo de *leasing*⁴⁵, o que atribui os custos relacionados à manutenção para a empresa locadora, no caso, a empresa BYD. A esse respeito, o entrevistado relatou que o próprio tribunal de contas do Governo do Estado de São Paulo orienta que seja realizado um sistema de locação ao invés de aquisição - sobretudo por se tratar de um ativo que se deteriora ao longo do tempo.

Segundo o entrevistado, veículos elétricos, além de proporcionarem uma economia de 2 milhões e meio de reais, aparecem também como uma solução de sustentabilidade. Nessa perspectiva, desde o início da operação, os veículos elétricos deixaram de emitir mais de 1.200 toneladas de CO₂ na atmosfera. Sem a substituição da frota, calcula-se que seria necessário um plantio de 8.800 árvores para compensar as emissões decorrentes do processo de combustão dos veículos.

Outro apontamento capturado refere-se ao fato de que os usuários foram envolvidos desde o período de teste da tecnologia, o que necessariamente reduziu as incertezas acerca da operação dos veículos elétricos.

Ademais, destaca-se que os eletropostos também foram posicionados intencionalmente (por exemplo, próximo a supermercados e parques públicos) para proporcionar maior aceitação da sociedade civil sobre as viaturas elétricas. Desse modo, enquanto os agentes aguardam o carregamento dos veículos, a população é contemplada com uma “sensação de segurança”.

⁴⁵ Um edital de licitação deve ser aberto no começo de 2023 para que novos veículos sejam incorporados na guarda civil.

Em relação aos desafios enfrentados pelos agentes, em um primeiro momento, foi relatado que havia grande preocupação sobre a autonomia da bateria. Os agentes tinham receio de a bateria esgotar sua energia enquanto estavam a caminho de atender uma ocorrência.

Uma segunda barreira diz respeito à altura do veículo. Logo no início da operação, os agentes tinham receio de danificar a bateria dos veículos elétricos, mais baixos do que as antigas viaturas a combustão interna, pois, com alguma frequência, a parte inferior do carro raspava em lombadas ou outros artifícios no chão.

4.5 Universidades, ICTs e instituições de ensino

Esta última seção destina-se a apresentar as aplicações tecnológicas e geração de conhecimento dos modelos de negócios orientados à mobilidade elétrica nas Universidades, ICTs e instituições de ensino. Dito isso, foram realizadas entrevistas com os responsáveis pela execução dos projetos de ônibus elétricos na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Desenvolvido, em 2017, pelo Grupo de Pesquisa Estratégica em Energia Solar da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), o projeto de ônibus elétrico, coordenado pelo Prof. Ricardo Rüther, contou com financiamento de um milhão de reais pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI, atual MCTIC) e conta com a parceria das empresas WEG, Marcopolo, Mercedes e Eletra. O eBus, com carroceria Marcopolo Torino Low Entry, motores elétricos da WEG, chassi da Mercedes-Benz e sistema de integração da Eletra, realiza um trajeto de 52 quilômetros por dia, entre o Sapiens Parque e o Campus Central da UFSC.

Segundo a entrevistada da UFSC, um dos grandes

Entretanto, todos esses desafios foram superados após o período de teste com as viaturas elétricas, em que os benefícios aos usuários ficaram mais evidentes. Nessa perspectiva, os usuários destacam a ausência de poluição sonora aliada ao maior conforto da nova tecnologia.

Aliás, pelo fato de os veículos elétricos possuírem uma resposta de aceleração superior quando comparados ao motor a combustão interna, os agentes passaram por um período de treinamento para aprender melhor sobre os veículos usados (modelos BYD E5 e E6).

drivers para o desenvolvimento deste projeto foi devido ao **problema crônico e estrutural de trânsito** na região norte da ilha, uma vez que os ônibus públicos levavam cerca de 2 horas para realizar o trajeto do Campus Sapiens ao Campus Central.

Enquanto na UNICAMP, sob liderança do Professor Madson Cortez e do Professor Luiz Carlos (da Faculdade de Engenharia Elétrica), a principal motivação para a criação de um projeto de ônibus elétrico ocorreu devido a uma chamada da Aneel.

Em 2016, a Aneel abriu a chamada 001 para o desenvolvimento de projetos em campus universitários. Nessa perspectiva, foi desenvolvido o Projeto Campus Sustentável, o qual contava inicialmente com um módulo dedicado à mobilidade elétrica. Entretanto, após uma avaliação interna, foi sugerido que o projeto dos ônibus elétricos fosse desenvolvido de forma separada.

Assim, com recursos de P&D da CPFL⁴⁶, nasceu o projeto de ônibus elétrico na UNICAMP. O projeto se debruça em três pilares: monitoramento da rede

⁴⁶ Segundo o entrevistado, a CPFL tinha/tem muito interesse em entender o impacto do carregamento do ônibus na rede, pois as baterias dos ônibus são maiores quando comparadas aos de veículos elétricos leves. Assim, com o projeto, é esperado que sejam elencadas soluções para possíveis problemas que possam surgir devido ao impacto dos carregamentos dos ônibus à rede.

elétrica, monitoramento do eletroposto (equipado com placa solar fotovoltaica) e monitoramento do

ônibus elétrico, BYD, (GPS, acelerômetro – tudo desenvolvido pela própria UNICAMP).

Figura 34. Ônibus elétrico da UNICAMP



Fonte: extraído de UNICAMP (2022)⁴⁷

O ônibus elétrico, da empresa BYD, que começou a rodar em setembro de 2020, circula em média 250 km por dia em um ambiente controlado. Ele é carregado em dias alternados no eletroposto da universidade, e conta também com a tecnologia da frenagem regenerativa, recuperando, em média, 30 a 40% da energia.

Um ponto alto da entrevista refere-se sobre a importância do monitoramento para um planejamento mais assertivo da operação. Por exemplo, com medidores enviando informações em tempo real sobre o funcionamento da bateria, que custa cerca de 50% até 60% do valor do ônibus elétrico, é possível identificar qual o tamanho do acumulador de energia para atender à demanda do ônibus.

De modo geral, com base no monitoramento, pode-se propor o melhor mecanismo de gestão de operação, uma vez que “a transição não é apenas a substituição do ônibus convencional pelo ônibus elétrico”. Ou seja, partir da observação, é possível identificar que tipo de veículo será mais interessante economicamente para fazer a transição rumo à mobilidade elétrica.

Em relação ao “*user experience*” dos ônibus elétricos, tanto para os motoristas quanto para os estudantes, ambos os entrevistados relatam que as experiências dos usuários são muito positivas.

Segundo a entrevistada da UFSC, as especificidades técnicas do ônibus colocam-se como uma das grandes vantagens da tecnologia, sobretudo para os

⁴⁷ Consultar: <https://www.unicamp.br/unicamp/noticias/2020/09/15/onibus-eletrico-comeca-circular-na-unicamp>

motoristas. O primeiro ponto que chama atenção é o “maior conforto de conduzir um ônibus elétrico”, pois, além do torque ser mais rápido, o veículo não conta com uma caixa – logo, a resposta do pedal aumenta instantaneamente a intensidade da corrente no motor, tornando a aceleração mais rápida e fluida.

Como os ônibus não realizam combustão interna, além de não gerar fumaça e cheiro de diesel, o veículo é muito silencioso, sendo esse um dos grandes artifícios para os usuários. De acordo com um dos executores do projeto da UNICAMP, a sensação de conforto também está relacionada à ausência da vibração dentro do ônibus - característica própria do motor elétrico.

Nessa perspectiva, foi relatado que os motoristas não precisam utilizar o protetor auricular, ao passo que os estudantes e funcionários se beneficiam do silêncio e da ausência de vibração para otimizar o tempo dentro do ônibus. Inclusive, o ônibus elétrico da UFSC foi equipado com poltronas, mesas de reunião, tomadas 220V e USB, *Wi-Fi* e ar-condicionado, para os usuários conseguirem realizar um “deslocamento produtivo”, ou seja, realizando reuniões e trabalhando.

Talvez por se tratar de um ambiente controlado, nas entrevistas não foram relatadas grandes barreiras em relação à adoção da tecnologia.

De forma pontual, a questão da disponibilidade energética foi apresentada como uma barreira. Em virtude da constante queda de energia no norte da ilha, uma característica muito particular da região, o ônibus ficou sem ter como voltar ao campus central, em algumas ocasiões.

Por fim, perguntado sobre o conhecimento gerado a partir do experimento, o executor do projeto da UNICAMP relatou que, se o projeto fosse desenvolvido neste momento, seria mais interessante fazer um contrato de comodato, pois, além de reduzir os custos de aquisição, as questões do dia a dia, como, por exemplo, a manutenção de pneus, ficam sob responsabilidade do fabricante dos veículos.

De forma conclusiva, os atores apontaram sobre a importância da implementação de políticas públicas bem direcionadas para a **adoção em larga escala dos ônibus elétricos**.

4.6 Considerações Finais

A partir dos relatos obtidos, é possível extrair algumas importantes reflexões:

✓ Embora o *range anxiety* (termo em inglês, cunhado para a preocupação dos proprietários em relação aos postos de abastecimento) não apareça claramente como uma barreira para aquisição de um veículo elétrico, a ausência de uma infraestrutura eficiente e adequada é um dos principais obstáculos em um cenário de alta nos volumes de veículos elétricos.

✓ O argumento de que os veículos elétricos não são utilizados para longas distâncias foi desconstruído com base nas entrevistas e workshop conduzidos. As entrevistas nos mostraram que os usuários, tanto os proprietários quanto os usuários de car-sharing, utilizam os veículos elétricos para jornadas mais longas por uma questão econômica, devido aos preços dos combustíveis fósseis.

✓ A operação dos elétricos, sejam leves ou pesados, além de agregar ganhos econômicos, são ambientalmente mais sustentáveis, de forma a contribuir com uma melhor qualidade do ar, sobretudo em centros urbanos.

✓ A ausência de ruído dos modais elétricos aparece como um dos grandes atributos da

tecnologia, especialmente para os motoristas de ônibus urbanos.

✓ Não obstante os modais elétricos sejam, via de regra, mais caros quando comparados aos veículos com motores a combustão interna, o compartilhamento de veículos elétricos é uma solução para democratizar o uso da tecnologia, bem como garantir que a população tenha acesso à uma forma alternativa de locomoção.

✓ Existe um grande apetite de transportadores e frotistas por VUCs elétricos no mercado brasileiro.

✓ De forma consensual, os *early adopters* da mobilidade elétrica relataram que são necessárias políticas públicas mais consistentes e robustas para estimular a demanda no mercado e promover uma maior aceitação da tecnologia. Dentre as ações relatadas, destacam-se: desenvolvimento de estações públicas de recarga; benefícios de IPVA e outros incentivos para a aquisição do veículo; e compras públicas com veículos de baixa emissão.

A partir do preâmbulo desenvolvido, entendemos que existem, pelo menos, quatro grandes oportunidades e motivações para o investimento e desenvolvimento da mobilidade elétrica, à luz dos relatos obtidos pelos *early adopters*, conforme ilustrado na Figura 35.

Figura 35. Oportunidades e motivações para o investimento e desenvolvimento da mobilidade elétrica, a partir de uma perspectiva dos *early adopters*



Fonte: elaboração própria

Conclui-se que é imperativo ponderar, bem como consolidar neste Anuário, as visões das diferentes personas que utilizam os modais elétricos, pois tais percepções são um dos fatores-chave para promover uma mudança sistêmica na transição para a eletromobilidade.

CAPÍTULO 5. IMPRESSÕES INSTITUCIONAIS E INTERNACIONAIS: COMO O PODER PÚBLICO E AS ASSOCIAÇÕES ENXERGAM A MOBILIDADE ELÉTRICA NO BRASIL



Flávia L. Consoni*

*** Profª livre-docente do Depto de Política Científica e Tecnológica, do Instituto de Geociências, da UNICAMP / Coordenadora curso de Extensão em Mobilidade Elétrica pela Extecamp / Coordenadora do Laboratório de Estudos do Veículo Elétrico (LEVE)**

5.1

Introdução

Capítulos anteriores deste Anuário trouxeram a visão de atores que tanto ofertam serviços e produtos vinculados à mobilidade elétrica (Capítulo 3), como também exploram a visão da demanda, ou seja, da experiência e motivação dos usuários que consomem tais serviços e produtos no Brasil, os early adopters da mobilidade elétrica (Capítulo 4). **Para avançar nesta discussão sobre percepções, este Capítulo busca explorar uma outra perspectiva, a das impressões de um conjunto relevante de atores que influenciam na tomada de decisão acerca da eletrificação, tanto na perspectiva da oferta como da demanda.** Trata-se, aqui, de dar voz a atores institucionais vinculados ao poder

público federal, com poder de agência (ou seja, que direcionam a construção de políticas públicas em âmbito de país), assim como a atores da sociedade vinculados à diversas associações de classe (da indústria, dos trabalhadores e dos consumidores), a fim de identificar as sinalizações colocadas para direcionar as escolhas no campo da mobilidade elétrica. Para um contraponto a tais visões que trazem essa perspectiva nacional, também foi entrevistado um relevante ator internacional, a fim de perceber como as escolhas do Brasil no campo da mobilidade elétrica estão sendo percebidas no exterior.

“Considere que a visão, o posicionamento e os direcionamento sinalizados por esses atores impactam nas escolhas e na robustez dos investimentos presentes e futuros no Brasil, no tema da eletrificação, haja vista que tais entrevistados são parte estruturante da consolidação deste ambiente institucional. Portanto, conhecer quais são as impressões desses atores é um meio de antever quais as orientações que estão em curso, e como elas podem direcionar, com segurança, tanto a oferta como a demanda pela mobilidade elétrica no país.”

Para avançarmos nesta compreensão, foram entrevistados, entre maio e julho de 2022: representantes do Governo Federal, tais como Ministério da Economia (ME), Ministério de Minas e Energia (MME), e Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR); representantes das instituições de classe do setor automotivo, a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) e o Sindicato Nacional da Indústria de Componentes

para Veículos Automotores (SINDIPEÇAS), além de assessor técnico do Sindicato dos Metalúrgicos do ABC e do Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE), entidade criada e mantida pelo movimento sindical brasileiro; associações de classe ligadas à mobilidade elétrica, como a Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE) e a Associação Brasileira dos Proprietários de Veículos Elétricos

Inovadores (ABRAVEi), além de uma organização internacional sem fins lucrativos que conecta governo e empresa, com sede na Califórnia, nos EUA (CalStart). As entrevistas compreenderam, em média, cerca de 60 minutos de conversa e foram todas conduzidas no formato remoto.

Reflexões sobre “como os atores institucionais visualizam a inserção do Brasil no tema da eletrificação veicular” orientaram o diálogo com todos os entrevistados. As próximas seções apresentam o resultado dessas conversas, organizadas em quatro seções. A seção 2 traz uma visão ampla sobre eletrificação veicular, suas interfaces e conexões, estabelecendo o contexto em que as escolhas institucionais, aqui abordadas, efetivam-se. A

seção seguinte explora, de forma agregada, a visão dos atores em relação a este segmento e das ações empreendidas para se posicionarem neste processo de transição. A seção 4 avança nesta discussão, ao trazer uma visão crítica sobre as escolhas feitas pelo Brasil no campo da eletrificação. Buscou-se, aqui, discutir se o Brasil está, ou não, fazendo escolhas com potencial para guiar a transição para a descarbonização do setor de transportes. Por fim, a seção 5 encerra esta discussão, colocando em relevo os consensos e divergências nas percepções dos atores institucionais, a partir de um contraponto com o contexto institucional vigente no país, com recomendações para consolidar a governança da mobilidade elétrica no Brasil.

5.2 O lugar do Brasil no segmento da mobilidade elétrica: uma abordagem com foco nas escolhas e ações encaminhadas pelos atores institucionais

Esta seção tem como proposta compreender, por meio das ações dos atores institucionais, qual a orientação que está sendo transmitida em relação ao processo de transição para a eletrificação dos meios de transporte.

Observa-se, entre os atores brasileiros entrevistados, duas claras posições consensuais com respeito à inserção do país, e uma indefinição. Em relação aos consensos, primeiro: a eletrificação dos meios de transporte é vista como uma realidade e um caminho sem volta, e representa a tecnologia que será dominante nos modais de transporte por estar associada à maior eficiência energética. Segundo, há a percepção de que são várias as soluções tecnológicas para avançar na baixa emissão, sendo que os biocombustíveis se colocam como partícipes nesta transição, o que corrobora uma inserção diferenciada do Brasil na trajetória da eletromobilidade.

O consenso deixa de existir quando se questiona qual será o ritmo desta transição para a mobilidade elétrica e qual a direção a ser seguida. Em outros termos, há indefinições sobre quais seriam as escolhas ou rotas tecnológicas mais adequadas para o país avançar na descarbonização do setor de transportes, e o time desta adoção, o que interfere no tipo de ação empreendida por eles.

Associações diretamente ligadas à mobilidade elétrica (ABVE e ABRAVEi) visualizam a eletrificação

de forma mais holística, compreendendo todos os modais de transporte, com destaque para a maior intensidade da eletrificação (a chamada eletrificação completa), que ocorrerá no transporte público, na logística urbana de entregas/frotas corporativas e na micromobilidade. Reconhecem que a inserção do Brasil no tema da eletrificação completa não se dará pela mobilidade individual, o que inclui os veículos leves de maior volume de mercado, em função tanto do custo mais elevado, como da ausência de infraestrutura de recarga em rodovias; nesse tipo de aplicação, os biocombustíveis, incorporados na versão híbrida *flex*, serão preponderantes. Ambas as associações concordam que, na medida em que ocorrem melhorias nas tecnologias das baterias, com ampliação do range (alcance de rodagem), e vencida a barreira do custo inicial da aquisição, a mudança para a eletrificação se acelera. Nesse contexto, caberá melhorar o acesso às informações sobre esta configuração tecnológica dos veículos elétricos, fator que ainda gera muitos questionamentos.

Aliás, o acesso à informação tem sido uma forte bandeira dessas associações: é necessário popularizar a noção de mobilidade elétrica e explicar, para um público mais amplo e leigo, os mitos e as verdades em torno dessa tecnologia, seu funcionamento e funcionalidades, seu uso e suas demandas.

BOX: Sobre a ABVE

A missão da ABVE é a de “promover a ampla utilização de veículos elétricos no país para tornar o transporte de pessoas e cargas mais limpo e eficiente, em benefício do bem-estar da população, do meio ambiente e do conjunto dos seus associados”.

A ABVE se coloca como um agente catalizador de demandas e de articulação entre diferentes segmentos empresariais vinculados à mobilidade elétrica, encaminhando essas demandas aos tomadores de decisão nos diferentes níveis do Poder Público – Executivo e Legislativo, a fim de incentivar o desenvolvimento e utilização de veículos elétricos (VEs).

A ABVE tem, no âmbito da missão institucional, a prioridade de criar e consolidar as bases de uma Política Nacional de Eletromobilidade, por meio da participação na Plataforma Nacional da Mobilidade Elétrica e a intensificação dos contatos com o Governo Federal. No âmbito interno, a prioridade é reforçar a amplitude e representatividade da ABVE, por meio de novos associados e novas áreas de atuação (Fonte: ABVE e Anuário (2021)).

Como desdobramento, a ABRAVEi está remodelando seu site corporativo para que tenha um alcance que vá além dos proprietários de veículos elétricos e que transmita informações básicas para quem pretende ter um veículo elétrico e “desconhece que mundo é este”. Outras iniciativas buscam propor ações que expandam a infraestrutura de recarga no meio rodoviário, o que passa por diálogos com concessionárias, com ou sem a intermediação do poder público, para que incorporem mais eletropostos em rodovias. Aliás, na perspectiva da ABRAVEi, a falta de infraestrutura dificulta a realização de viagens com longas distâncias, colocando-se como grande gargalo a ser sanado, seja para atuais proprietários de veículos elétricos a bateria, seja para potenciais proprietários.

Por parte da ABVE, o esforço em informar sobre a mobilidade elétrica tem orientado a atuação da associação que, entre outras ações, inclui matérias na mídia, eventos e *webinars* diversos, além do apoio ao Dia da Mobilidade Elétrica e do Salão do Veículo Elétrico, com ocorrência anual na cidade

de São Paulo. A produção de estatísticas diversas sobre os números e a dinâmica do mercado é outra ação que tem sido estruturada pela ABVE. O aprimoramento de aspectos regulatórios e normativos é outro tema que tem demandado especial atenção da ABVE, pois impacta diretamente na viabilidade da oferta e da demanda desses modais. Nota-se, também, que outra ação em curso busca pautar o debate político, por reconhecer que esta é uma lacuna que ainda se observa no contexto da promoção da mobilidade elétrica. Entre as ações, está a articulação para a consolidação da Frente Parlamentar Mista pela Eletromobilidade – FPELETROMOBILIDADE⁴⁸, integrada por parlamentares do Senado Federal e da Câmara dos Deputados, em novembro de 2021, além do estímulo à proposição de Projetos de Lei⁴⁹. Em julho de 2022, antevendo as eleições em curso, a ABVE participou da organização de um evento para lançar o tema junto aos presidentes e selar compromissos em relação à eletrificação. Desse evento, resultou a elaboração de um documento, que integrará uma Carta Compromisso direcionada aos presidentes de 2022.

⁴⁸ A esse respeito, consultar: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9039591>. Iniciativa semelhante de formação de uma Frente Parlamentar para a Mobilidade Elétrica já ocorreu anteriormente, em 2018, mas foi descontinuada com as eleições deste ano no Brasil.

⁴⁹ Projeto de Lei nº 3278: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/149920>; Projeto de Lei nº 2226/2019: <https://www.congressonacional.leg.br/materias/materias-bicamerais/-/ver/pl-2226-2019>

BOX: Sobre a ABRAVEi

A Associação Brasileira dos proprietários de Veículos Elétricos Inovadores (ABRAVEi) é uma associação composta por proprietários de veículos elétricos, e tem como principal objetivo impulsionar a mobilidade sustentável, que produza baixa ou nenhuma emissão de poluentes, através da divulgação dos veículos elétricos à venda no Brasil, das inovações apresentadas pelo mercado, da realização de encontros, conferências e ações de formação sobre a mobilidade elétrica nos seus diferentes âmbitos: os veículos, a sua condução, as baterias e os sistemas de carregamento, e ainda, a promoção e divulgação da infraestrutura de carregamento público e privado e de uma política de incentivos públicos e privados;

Fonte: extraído de ABRAVEi (2022)⁵⁰

Na perspectiva dos representantes de classe (ANFAVEA, SINDIPEÇAS e Sindicato), a maior aposta da eletrificação está no contexto urbano, com o transporte de passageiros (ônibus elétricos, que compartilharão espaço com outras soluções de menor emissão, como o gás natural, o biogás/biometano e o biodiesel, em função das condições específicas de aplicação desses veículos), transporte de entregas de menor porte (delivery, last mile) e coleta de resíduos. Nos veículos leves, o predomínio dos biocombustíveis se mantém, com destaque para a manutenção da versão *flex fuel* e elétrica híbrida *flex*.

O que se nota entre esses atores é uma preocupação latente em compreender e conseguir mapear e analisar os impactos dessas escolhas; corrobora, assim, a indefinição que esteve presente entre todos os entrevistados. Esse tipo de questionamento tem orientado a contratação de estudos, consultorias e organização de eventos para compartilhamento de informações, no âmbito dessas organizações. Ao mesmo tempo, nota-se que não é função delas indicar quais escolhas devem ser feitas, mas sim apontar para tendências, ameaças decorrentes dessa transição para a eletrificação e oportunidades de novos negócios que podem ser aproveitadas.

⁵⁰ Extraído de <https://www.abravei.org/>

BOX: Sobre a ANFAVEA

Fundada em 15 de maio de 1956, a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) é a entidade que reúne as empresas fabricantes de automóveis, comerciais leves, caminhões, ônibus, máquinas agrícolas e de construção.

A associação representa mais de 30 empresas e desenvolve análises estratégicas do setor automotivo, bem como articula e defende os interesses coletivos das empresas associadas. Ainda, ajuda a participar, patrocinar ou apoiar, em caráter institucional, eventos e exposições ligadas à indústria. Anualmente, escreve e publica o anuário setorial do setor automotivo.

Fonte: adaptado de ANFAVEA (2022)⁵¹

No caso do Sindicato, importa saber como o emprego no setor produtivo e na cadeia produtiva como um todo, abrangendo os serviços relacionados com manutenção no pós-venda e nas redes de abastecimento, será afetado pelo avanço da eletrificação. A preocupação é prospectar o quanto a eletrificação implicaria na desqualificação da força produtiva e maior desemprego, por compreender uma simplificação no processo produtivo e de montagem. Tais questionamentos têm orientado o desenvolvimento de estudos próprios, alguns de viés mais técnico, que procuram compreender detalhes da arquitetura veicular dos modais elétricos, como também estudos mais reflexivos, que discutem direcionamentos de política pública e a forma como o sindicato irá se posicionar no debate (aliás, posicionamento este que ainda não ocorreu).

Essa preocupação também é compartilhada pelo Sindipeças, que tem empreendido ações que buscam alertar os associados sobre essa transição em curso para a eletrificação e os possíveis impactos na perspectiva de vários componentes que integram a arquitetura do MCI, mas que perdem sua funcionalidade na configuração do veículo elétrico. O risco de ociosidade na cadeia produtiva de autopeças, com a necessidade de adaptação das

fábricas, processos e produtos, é colocado como uma possibilidade real. Dentre as ações em curso, o Sindipeças mantém o Comitê de Eletromobilidade, que procura trazer as novidades no que se refere à mobilidade elétrica, seus modais, tecnologias e componentes, além da infraestrutura necessária. Em simultâneo, tem promovido eventos com os associados para mostrar as tendências em curso no mundo, que caminha para a descarbonização e para maior eficiência energética. Alguns exemplos são o Encontro da Indústria de Autopeças, que teve sua terceira edição em junho de 2022, além das reuniões dos comitês e *webinars* com representantes de empresas já envolvidas com o processo de eletrificação, a fim de discutir ações para adaptação a tais mudanças.

No caso da Anfavea, a demanda foi colocada pela indústria automotiva local, em um esforço de saber como direcionar seus investimentos locais para as próximas gerações de veículos e nas possibilidades de incorporar o país nas estratégias globais de motorização com foco total na descarbonização. Como encaminhamento, houve a contratação de um estudo junto à Boston Consulting Group (BCG), com a proposta de responder a questões como: Quais rotas tecnológicas e energéticas deverão ser seguidas no Brasil? Qual a abrangência

⁵¹ Adaptado de: <https://anfavea.com.br/site/>

da eletrificação em relação à frota de veículos? Qual o papel dos biocombustíveis na estratégia de descarbonização?

Os resultados do estudo BCG/Anfavea foram apresentados em 2021, no seminário “O Caminho da Descarbonização do Setor Automotivo”⁵², e trouxe três cenários possíveis para o país nos próximos 15 anos, no caminho da descarbonização do setor automotivo: o Inercial, a Convergência Global e o Protagonismo dos Biocombustíveis (ANFAVEA BCG, 2021).

No cenário “Inercial”, a eletrificação ocorreria em ritmo lento, e em segmentos com demandas específicas, o que inclui clientes corporativos ou segmentos com requisitos para reduzir as emissões. Esse cenário será o resultado de um contexto de ausência de posicionamento ou de metas estabelecidas, sem organização entre os setores envolvidos no transporte e na geração de energia, e sem uma política de Estado que direcione e incentive a eletrificação. Como resultado, o MCI continua dominante, sendo a versão *flex* para os veículos leves, e o motor a Diesel, para os pesados.

O cenário “Convergência Global” é aderente às tendências internacionais em curso, lideradas pelos países desenvolvidos, e pressupõe níveis elevados de adoção e penetração da eletrificação, em escala, e abarcando todos os modais de transporte. A evolução tecnológica tende a acompanhar os desenvolvimentos liderados pelos centros internacionais.

O terceiro cenário, “Protagonismo de Biocombustíveis”, traça uma rota própria e aderente à realidade brasileira, um caminho que privilegia os combustíveis “verdes”, com o protagonismo do etanol liderando a rota de descarbonização, consumo este que deve ser ampliado para conseguir atender às novas demandas. Para fins de comparação, o grau de eletrificação seria semelhante ao do cenário “Inercial”.

Necessário considerar que, apesar dos cenários apontarem para ritmo desigual da inserção do Brasil na eletrificação, mesmo o cenário mais conservador indica que o mercado brasileiro vai demandar milhões de unidades de veículos eletrificados até meados de 2035. Com isso, e reforçando a visão consensual dos atores de que a eletrificação é uma tendência global que se coloca para os meios de transporte, em todos os três cenários transparece a importância e a necessidade de o Brasil contar com uma política de Estado, com potencial para sedimentar sua inserção no tema da eletrificação. Este envolvimento está entre as condições necessárias para promover um novo ciclo de investimentos locais.

Cabe, então, aqui dar voz aos atores governamentais sobre o papel e a atuação da política pública. A condução deste diálogo com representantes do ME, MME e MDR demonstra que há clareza acerca da importância de o país contar com políticas públicas que orientem o caminho da transição para a baixa emissão. O que se observa é uma escolha que tem sido plural: o Governo Federal está discutindo estratégias que contemplam soluções para a baixa emissão e para a descarbonização, mas sem eleger uma opção de rota tecnológica vencedora. O que se busca promover é a **Rota de Mobilidade e Logística Verde**, a qual inclui várias soluções tecnológicas. A fala do representante do ME é bastante clara a esse respeito: “O mundo é plural, e esta pluralidade irá se ver na mobilidade logística, a qual tem um determinante: ela precisa ser verde. E são vários os caminhos para se chegar lá [...] Não importa o caminho, importa a chegada”.

Em outras palavras, enxergam que não cabe ao governo brasileiro definir rotas tecnológicas; o tamanho e as especificidades do território brasileiro, com suas idiosincrasias, apresentam as condições necessárias para combinar alternativas diversas que contribuem com a menor emissão; o mercado, por sua vez, guiado por motivações das mais diversas, irá fazer suas próprias escolhas.

Mesmo sem eleger rotas, é importante observar

⁵² Acesso ao documento em: <https://anfavea.com.br/docs/apresentacoes/APRESENTA%c3%87%c3%83O-ANFAVEA-E-BCG.pdf>

qual o lugar que o tema da eletrificação ocupa nesta trajetória para a baixa emissão dos meios de transporte. Na perspectiva dos entrevistados, há concordância de que a eletrificação é o futuro, mas como será esta eletrificação ainda tem um ponto de interrogação. A fim de buscar maior embasamento sobre esta transição em curso, o MME encomendou, em 2019, estudo junto à EPE com a proposta de esclarecer muitos termos, entre os quais, qual seria o montante de investimento necessário para penetração da frota de veículos elétricos e quais seriam os impactos na cadeia brasileira de biocombustíveis. O trabalho, Eletromobilidade e Biocombustível⁵³, indica que a eletromobilidade será um inequívoco agente de mudança (*game changer*), mas não conseguiu definir precisamente o tempo em que essa transição irá ocorrer. Conforme pontuado, “há incertezas acerca do ritmo da transição energética, da entrada das inovações e mesmo de definição das rotas tecnológicas que serão hegemônicas no futuro” (EPE, 2019:1). Esse estudo também mostrou que os investimentos a serem mobilizados pelo Brasil seriam elevadíssimos. E, assim como se observou no estudo ANFAVEA-BCG, o trabalho da EPE também aponta para cenários para a eletrificação, projetando a penetração de veículos leves para o ano de 2050, sendo: o Cenário de Referência, que aponta para uma Transição Energética Longa (“processo de hibridização”), que pressupõe a coexistência entre veículos com MCI (com 61% do mercado) e os HEV (com 11%), e o Cenário Alternativo, Transição Energética Curta (“maior eletromobilidade”), com aceleração da eletromobilidade, a partir de uma curva de penetração de VEH de 85%, e 15% de veículos elétricos em 2050. Nesse caso, o veículo elétrico híbrido, inclusive flex, construirá, progressivamente, a ponte da eletromobilidade. Entretanto, o estudo pontua que, “face aos desafios atuais do Brasil (renda per capita, distribuição de renda, crise fiscal, prioridades de políticas públicas etc.), o cenário alternativo não parece ter uma probabilidade de ocorrência relevante” (EPE, 2019:34). Vale destacar que esse estudo orientou o posicionamento do Ministério de Minas e Energia

no tema da mobilidade elétrica, presente no Plano Nacional de Energia 2050, aprovado em dezembro de 2020 (MME, 2020).

Apesar dessas indefinições, e de não termos uma rota tecnológica estabelecida, algumas aplicações no campo da eletrificação veicular já começam a se definir. Por exemplo, o governo visualiza algumas tendências se consolidando, por meio de sinalizações colocadas pelo mercado. Em segmentos específicos, como as entregas urbanas e de last mile, a eletrificação completa tem se colocado como melhor alternativa e tem se firmado como rota vencedora. Em veículos leves de uso individual, o caminho da eletrificação está se dando pela bioenergia; e, nesse aspecto, vale pontuar que o etanol não é visto, pelo governo, somente como biocombustível, e sim como bioenergia. Como desdobramento, as versões híbrido e híbrido em série vão avançar muito nos próximos cinco anos, para depois ir para uma eletrificação mais completa. Já em pesados urbanos (ônibus), a combinação entre rotas é o que prevalece, o que inclui a combinação entre ônibus a bateria, híbridos em série, biometano, biodiesel e mesmo a prevalência do MCI, com tecnologias euro VI. Segundo conversas com o MDR, o que se busca é a transição zero emissão (2035/40), pensando em descarbonizar o sistema de transporte público, o que passará por várias tecnologias, a depender do tipo de aplicação que se requer e das especificidades locais. A eletrificação não está sendo vista como alternativa viável para pesados de uso rodoviário.

Em resumo, na visão desses atores entrevistados, vinculados à esfera pública, a eletrificação não está sendo negligenciada no Brasil; ela só não se apresenta como escolha única para quaisquer modais ou realidade brasileira, pois ainda não há clareza acerca de qual/quais rotas tecnológicas vão se firmar como vencedoras. Voltamos a este debate na próxima seção, a fim de refletir se este posicionamento (na perspectiva dos atores entrevistados) está sendo bem encaminhado no país.

⁵³ A esse respeito, consultar: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/publicacoes/estudos-do-pne-2050/02-relatorios-epe/17-eletromobilidade-e-biocombustiveis.pdf>

5.3 Escolhas para guiar a transição para a baixa emissão:

o Brasil está na rota correta?

Na perspectiva da instituição internacional entrevistada (a CALSTART), o Brasil desponta como mercado que está com uma das maiores oposições à mobilidade elétrica. Considera que o Brasil corre sério risco de se tornar uma “ilha de defasagem tecnológica”, haja vista que são inúmeros os mercados internacionais (sobretudo países do Norte Global e a China) com sinalizações fortes que apontam para a inserção neste novo sistema da mobilidade elétrica. O risco é de o Brasil, que

já está atrasado nessa rota tecnológica, ampliar ainda mais essa distância com os outros mercados, os quais estão avançando por meio de vultosos investimentos com foco em consolidar a cadeia produtiva para o elétrico, e com metas e prazos já amplamente negociados. Conforme enfatizado em entrevista, “os alvos dos mercados globais focam na emissão zero, e isso não inclui os biocombustíveis” (CALSTART).

BOX: Sobre a CALSTART

A CALSTART é uma organização estadunidense sem fins lucrativos, que desde sua fundação, em 1992, tem como foco acelerar a introdução e difusão do transporte limpo.

A associação trabalha com empresas e outros membros para construir uma indústria de transporte limpo de alta tecnologia que crie empregos, reduza a poluição do ar e mitigue as mudanças climáticas.

Atua em cinco grandes pilares, principalmente:

- Demonstração e desenvolvimento de novas tecnologias de transporte limpo;
- Avaliação e validação, incluindo avaliação de desempenho e análise de casos de negócios de tecnologias emergentes;
- Aceleração do mercado, incluindo o desenvolvimento e gestão de programas inovadores que aceleram a compra e adoção de tecnologias e combustíveis mais limpos;
- Trabalho de política, centrado no aumento de oportunidades e financiamento para transporte limpo; e
- Suporte aos membros para atingir seus objetivos comerciais e técnicos e para expandir o setor de transporte limpo.

Fonte: adaptado de Calstart (2022)⁵²

⁵⁴ A esse respeito, consultar: <https://calstart.org/about/>

Ao questionar com os atores brasileiros se o Brasil está adotando uma rota correta para nortear a eletrificação, notamos uma posição bastante cética a esse respeito, corroborando com a percepção da associação internacional. Há, sim, concordância local de que as escolhas serão múltiplas, que o Brasil não terá rota tecnológica única, que os biocombustíveis (ou a bioenergia) será parte importante e imprescindível desse processo, uma vez que conta com décadas de aprendizado local e competências consolidadas. A esse respeito, o Brasil tem política para biocombustíveis bastante consolidada, que contou com expressivos investimentos, públicos e privados, em capacitação tecnológica e formação de mercado; abandonar essa rota é algo que geraria muita resistência. Conforme reforçado pela fala do representante do Sindicato, “o etanol deixou uma marca forte na cabeça do Sindicato, é algo nacional, faz parte da nossa história”. Especificamente no tema eletrificação, visualiza o transporte público (ônibus elétricos) como foco central, o que é validado pela fala do MDR “A eletrificação no transporte público (com os ônibus elétricos) é irreversível, vai ocorrer e é o caminho a ser trilhado no Brasil”.

A crítica repousa no fato de o Brasil não apresentar uma política de Estado, com definições claras de metas de descarbonização, com prazos que orientem essa transição, e com a formulação de um marco regulatório que imprima segurança ao mercado e aos investidores. Questiona-se, sobretudo, quando teríamos no Brasil esse ponto de inflexão para a trajetória da zero emissão.

As associações brasileiras entrevistadas sentem a necessidade de ações mais concretas, sinalizando para a intensidade dessa direção, uma ausência que deveria ser atendida. Não se observa aderência e convergência em torno do tema da mobilidade elétrica, nem mesmo em relação aos setores em

que parece ser consensual (ainda não hegemônico) o avanço da eletrificação, como no caso dos ônibus urbanos que integram o transporte público das cidades brasileiras. Tal posicionamento lança dúvidas sobre as oportunidades de o Brasil liderar essa transição (já que temos no país um robusto parque produtivo), de perder o protagonismo que já conquistou em relação à qualidade da sua engenharia produtiva, além do receio do país se tornar cada vez menos competitivo nesse segmento. Em outros termos, é unânime a posição de que o governo brasileiro precisa se posicionar mais ativamente nessa temática. Ademais, os atores não visualizam uma agenda de discussão governamental em que eles possam ser integrados; ou, mesmo, não visualizam uma discussão coerente, organizada e direcionada entre os vários entes do Governo Federal com poder de agência para deliberar sobre as políticas voltadas à baixa emissão.

Os paralelos colocados com a época de planejamento do Rota 2030⁵⁵ pautaram várias das conversas empreendidas, por ter representado um momento mais estruturante de política para o setor automotivo, orientado por um diálogo bastante virtuoso entre os atores. Em 2018, ocorreram discussões com atores plurais, representando governo, empresas, sindicatos, academia, para elaboração do programa que substituiria o Inovar Auto (2013-2017). A mobilidade elétrica foi um dos eixos estruturantes, incorporada como tema de discussão no Grupo de Trabalho 7 (GT7): Veículo Elétrico e Veículo Elétrico Híbrido, que se somou a outros seis GTs⁵⁶.

Os instrumentos que orientam as ações a partir do Rota 2030 são tímidos para promover rotas tecnológicas de ruptura. Eles foram desenhados para promover a maior eficiência energética e acabam por favorecer a continuidade das inovações incrementais do setor; porém, o fato de contemplar

⁵⁵ O Programa Rota 2030 é uma iniciativa do Governo Federal, descrita na Lei Federal nº 13.755/2018, para estimular o investimento e o fortalecimento das empresas brasileiras do setor automotivo, por meio do desenvolvimento e da aplicação de novas tecnologias.

⁵⁶ GT01: Reestruturação da cadeia de autopeças; GT02: P&D e Engenharia; GT03: Eficiência energética e novas tecnologias de motorização, GT04: Segurança veicular; GT05: Produção em baixos volumes; e GT06: Estrutura de custos

um GT específico para pensar a eletrificação veicular, e em propiciar a consolidação de novas redes de atuação e estimular o debate no país, já representou um marco nessas ações. Dentre os vários encaminhamentos colocados pelo GT07 nessa época, foi a percepção unânime de que o país precisava de um Plano ou Estratégia para a Mobilidade Elétrica, documento este que serviria para posicionar o país nessa temática. Esse Plano chegou a ser elaborado pelos membros do GT07, em interação próxima com o então MDIC (Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, atualmente integrado ao ME), que incorporou ajustes e validou a versão final do Plano. Entretanto, esse Plano jamais chegou a ser lançado. Importante considerar que, em 2018, na América Latina, apenas o Chile (2017)⁵⁷ e a Costa Rica (2018)⁵⁸ haviam lançado Planos Nacionais contemplando posicionamentos em relação à eletromobilidade. Essa inércia do Brasil em se posicionar não foi acompanhada por nossos vizinhos latino-americanos. Conforme apresentado pelo Capítulo 1, em 2022 já são diversos os países na América Latina, além de Chile e Costa Rica já citados, que possuem Planos ou Estratégias para a Mobilidade Elétrica, com ou sem leis específicas para o estímulo à mobilidade elétrica, como é o caso da Colômbia, Equador, Panamá e República Dominicana. Outros países, como Uruguai, Argentina e México, estão com ações desse tipo em curso.

O Rota 2030, ainda que não tenha sido desenhado para pensar na eletrificação veicular, representa uma política setorial de mais longo prazo, contemplando 15 anos e três ciclos de revisão (2018-2022); (2023-2027); (2028-2032). Assim, já estão em curso as discussões para rever as ações para este segundo ciclo, que terá início em 2023. Neste caso, até o momento de realização das entrevistas para redação deste Capítulo (julho/2022), associações

importantes que representam a mobilidade elétrica no Brasil, tais como a ABVE e a PNME, não haviam sido convidadas a participar destas revisões.

Apesar desta ausência, a entrevista com o ME, responsável pela revisão do Rota 2030, apontou que este novo ciclo (2023-2027) trará diretrizes sobre produção de veículos eletrificados e células de hidrogênio, ou sinalizações sobre como desenvolver o início da produção no Brasil. Segundo colocado, o ME está trabalhando em várias frentes para reduzir as emissões, reforçando estratégias de novas tecnologias de propulsão na direção de uma escolha plural, sendo o elétrico uma das opções. “O ME está trabalhando a partir de uma perspectiva holística sistêmica; está focando no ponto de chegada, e aonde se quer chegar, que é avançar na descarbonização e na mobilidade logística sustentável, e não no como chegar, que terá sentidos variados para que a escolha possa ocorrer” (ME). Também foi colocado que o novo ciclo trará metas para a descarbonização, uma demanda que é latente, por meio de um processo que ainda não está concluído.

Algumas das ações colocadas que estão sendo discutidas para integrar o novo ciclo do Rota 2030, em 2023, incluirá: Programa Combustível do Futuro, Corredores Logísticos Sustentáveis, Mercado de Carbono de Metano, Renovação de Frota, Mobilidade e Logística do Futuro (que trará metas de eficiência energética calculadas do tanque à roda), Reciclabilidade (de materiais e de veículos), além de incentivos ao desenvolvimento de novas tecnologias com foco em baterias e células de hidrogênio.

Resta aqui discutir como este posicionamento do Brasil no tema da mobilidade elétrica está sendo percebido pelos atores do sistema, tema explorado na próxima seção.

⁵⁷ *Estrategia Nacional de Electro-Movilidad (2017-2030). No Chile, não há uma lei específica para a promoção da eletromobilidade.*

⁵⁸ *Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030, que ganha força com a aprovação da Lei nº 9518/2018 de Incentivos e Promoção para o Transporte Eléctrico.*

5.4 Considerações finais

O governo brasileiro, ao não sinalizar de forma mais incisiva para o ritmo da transição para a descarbonização, e deixar que o mercado faça suas escolhas, reforça dúvidas que foram manifestadas entre os atores não governamentais entrevistados neste trabalho: Qual o ritmo desta mudança? Qual a intensidade das apostas a serem feitas no âmbito da mobilidade elétrica? Estamos, enquanto país e enquanto parque produtivo, preparados para este processo de transição para a eletrificação dos meios de transporte? Quão longo será este processo de transição local que passa pelo uso dos biocombustíveis? São muitos e são diversos os questionamentos sobre quais seriam as ameaças frente a uma inércia do país em apontar rumos mais claros para a eletrificação (seja ela completa ou parcial).

Nesse contexto, o que se percebe é a manutenção de uma controvérsia em relação ao posicionamento dos atores nacionais entrevistados e sua percepção em relação ao governo. Por um lado, eles se mostram aderentes e apoiam a posição do governo, de que não se deve escolher rotas tecnológicas únicas para guiar a transição para a descarbonização dos meios de transporte, e de que os biocombustíveis desempenham participação estratégica neste processo. Por outro lado, esses mesmos atores se mostram bastante críticos em relação às sinalizações que estão sendo passadas para o mercado. Ao não ser direto em suas posições, sobretudo na proposição de políticas públicas coerentes e articuladas entre si, o governo brasileiro deixa de imprimir confiança ao mercado. Importante enfatizar que a mobilidade elétrica, sem direcionamentos e sem metas para descarbonização, será inalcançável, ou no mínimo incompleta, no Brasil. São vários os estudos já realizados, com foco na experiência de países, que mostram que a eletrificação avança quando há sinergia, coerência e convergência entre setores do governo, academia e iniciativa privada (CONSONI et al., 2018; ICCT, 2018; 2020).

A transição energética que se busca implica em um processo que é de longo prazo e que requer esforços contínuos e estruturados, sendo necessário que exista coerência entre as políticas, tanto entre as que já existem, como as políticas que ainda serão criadas. Em outros termos, não basta somente propor e implementar políticas que direcionem as ações do Brasil para a mobilidade elétrica; antes, é necessário que haja coerência e coordenação clara, com potencial para desenvolver e integrar as diversas rotas tecnológicas que o Brasil está prospectando para promover a mobilidade de baixa emissão, evitando que uma política funcione como entrave ou como bloqueio para outras rotas. Conforme apontam Nilsson et al. (2012), “... a coerência consiste num atributo das políticas e de seus instrumentos que reduz sistematicamente os conflitos e gera sinergia entre os diferentes domínios e setores”. Para que as ações propostas possam ser exitosas, deve-se evitar, ou mesmo eliminar, a competição entre programas, para que uma ação não anule a outra. Afinal, se não há definição acerca das rotas tecnológicas que serão hegemônicas no futuro, é necessário evitar políticas que promovam trancamento tecnológico (“*lock-in*”), conforme apontou o estudo da EPE (2019).

Para finalizar este Capítulo, sugere-se o encaminhamento de algumas ações, as quais têm potencial para atacar algumas das lacunas sinalizadas pelos atores institucionais entrevistados, os quais participam da tomada de decisões no campo da mobilidade elétrica no Brasil. Primeiro, é necessário fortalecer os diálogos entre os vários setores da sociedade, que são parte das soluções para o país se incorporar nesta rota da descarbonização (ou na Rota de Mobilidade e Logística Verde, conforme programa mencionado pelo ME). Promover essa interlocução é uma ação necessária, que ajudaria a ampliar o debate e as possibilidades de se mapear as oportunidades em que o Brasil pode vir a

ser protagonista. Segundo, é necessário que os mecanismos de políticas públicas sejam articulados e coerentes com a governança setorial em curso. Terceiro, é necessário ao Brasil apresentar metas bem definidas para a descarbonização. E, por

fim, é urgente retomar a discussão de um Plano/Estratégia para a Mobilidade Elétrica no Brasil; esta é uma necessidade que buscará dar previsibilidade e para saber como e o quanto avançar.

CAPÍTULO 6. PROJEÇÕES DE CRESCIMENTO DO MERCADO DE MOBILIDADE ELÉTRICA NO BRASIL



Tarik Marques do Prado Tanure⁵⁹

⁵⁹ Pesquisador do Núcleo de Estudos em Modelagem Econômica e Ambiental Aplicada - NEMEA/CEDEPLAR/UFMG. Doutor em Economia Aplicada pelo CEDEPLAR/UFMG.

6.1

Introdução

Conforme evidenciado ao longo do desenvolvimento deste Anuário, em sua estrutura e capítulos relacionados, viu-se que setor da mobilidade elétrica está em expansão no Brasil, em todos os seus segmentos, mesmo que em ritmo e estágios diferentes do verificado na Europa, na China e nos Estados Unidos, berço do setor. Ainda em estágio inicial, o crescimento no Brasil mobiliza diversos agentes e setores econômicos, que se articulam em busca das oportunidades que a expansão promove. Contudo, as incertezas quanto ao futuro do setor ainda são relevantes, posto que a expansão da mobilidade elétrica depende de intensa articulação política e econômica, não limitadas ao contexto nacional.

O Brasil pode explorar a expansão do setor, beneficiando-se de fatores favoráveis ao ecossistema tecnológico exigido, como a grande disponibilidade de fontes energéticas renováveis, matérias-primas como o grafeno e o lítio para a produção de componentes fundamentais e mercado consumidor com potencial de expansão, sobretudo ao considerar o mercado da América Latina. Não obstante, o setor pode contribuir com a redução de emissões, representando uma possibilidade de o país atingir suas metas e compromissos ambientais.

Desse modo, a expansão do setor traz consigo o duplo benefício de promover crescimento econômico, com geração de novas oportunidades de negócio, geração de emprego e desenvolvi-

mento de novas tecnologias, e ainda, promover a descarbonização da economia, com impactos positivos sobre a saúde pública e sobre a saúde do planeta, via mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

A expansão do setor impacta toda uma cadeia produtiva com grande relevância econômica, promovendo uma verdadeira mudança estrutural na economia brasileira. A transformação exigida, em consonância com a tendência global, gera uma série de oportunidades que se traduzem em novos modelos de negócio, novas tecnologias, novas demandas em termos de qualificação do trabalho, uso energético, e ainda, novos hábitos e relações de consumo. Ressalta-se que a mobilidade elétrica representa um novo paradigma tecnológico, ainda em estágio inicial, tornando imperativo avaliar sua dinâmica de expansão, por parte dos atores envolvidos.

Apesar da relevância da mobilidade sustentável e dos impactos econômicos desencadeados por sua expansão, muitas incertezas pairam sobre seu futuro, dificultando a produção de projeções de crescimento para o setor, no Brasil. As projeções são escassas em decorrência da complexidade característica do setor, que, conforme trabalhado nos capítulos anteriores, envolvem diversos fatores, que vão desde gargalos da cadeia produtiva em formação à competitividade atrelada à preços do petróleo e ao câmbio. O

⁵⁹ Pesquisador do Núcleo de Estudos em Modelagem Econômica e Ambiental Aplicada - NEMEA/CEDEPLAR/UFMG. Doutor em Economia Aplicada pelo CEDEPLAR/UFMG.

Anuário da Eletromobidade de 2022 procura suprir essa lacuna, contribuindo com a produção de informações que levam em consideração as expectativas de agentes e especialistas sobre o futuro do setor, fundamentais para proporcionar previsibilidade aos setores envolvidos na expansão e melhor planejamento pelos agentes.

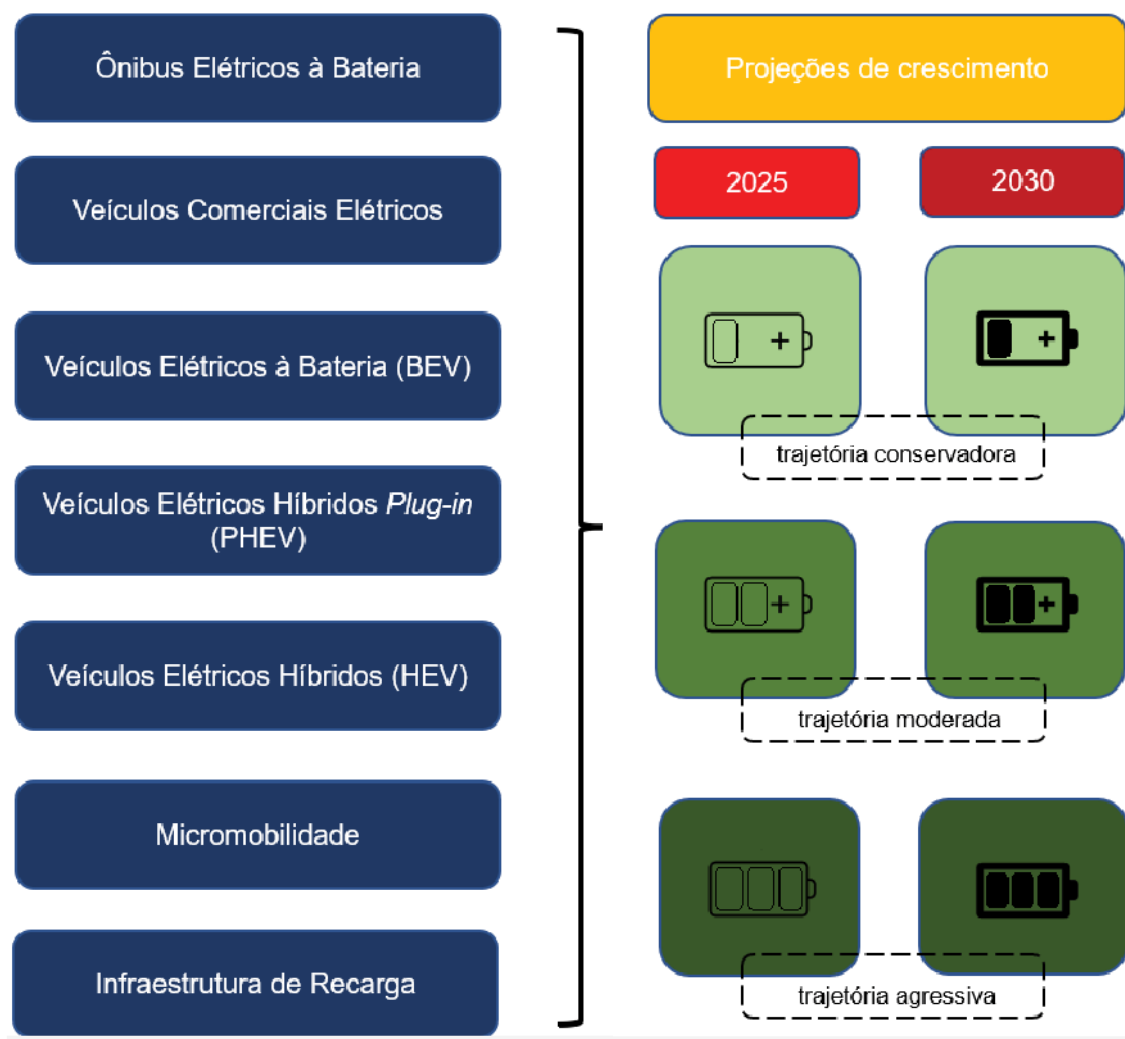
Nesse sentido, o objetivo do presente capítulo é apresentar as projeções de crescimentos para o mercado de mobilidade elétrica no Brasil, em seus segmentos de ônibus elétricos a bateria, veículos comerciais, veículos leves de passageiros, infraestrutura de recarga e para a micromobilidade urbana. As projeções consideram perspectivas de desempenho para o médio prazo (2025) e longo prazo (2030). No médio prazo, avalia-se um horizonte temporal de 3 anos, considerando os efeitos imediatos e possivelmente persistentes da crise desencadeada pela pandemia da COVID-19 e pelos efeitos econômicos decorrentes do conflito na Ucrânia. No longo prazo, as projeções consideram as perspectivas e tendências até 2030.

Acerca da metodologia de construção desses cenários, o estudo foi conduzido através da aplicação de um questionário eletrônico direcionado para agentes e especialistas do setor de mobilidade sustentável nacional. A divulgação e o convite para a participação foram realizados pela PNME, com apoio da ABVE, aos membros dessas instituições. Ao todo, mais de 70 especialistas, pertencentes a diferentes segmentos, participaram do estudo,

sendo instruídos a responder o questionário de acordo com suas percepções acerca das perspectivas de crescimento nos seus respectivos segmentos de atuação, com a ressalva de que a participação não representaria a visão da instituição ao qual o agente é vinculado. Assim, foram instruídos a indicar uma taxa de crescimento anual para o setor. No total, 10 possibilidades de respostas, variando de 10% a 500%, estavam disponíveis, além de uma opção de resposta aberta. Avaliou-se, ainda, os impactos conjunturais e estruturais da pandemia e dos efeitos econômicos decorrentes do conflito na Ucrânia sobre o setor, através de uma pergunta aberta.

Os resultados obtidos no estudo e apresentados na sequência representam a média ponderada pela frequência das respostas, para cada período (2025 e 2030), considerando três faixas de projeção: i) conservador; ii) moderado; e iii) agressivo. O cenário conservador compreende o grupo de respostas com as menores taxas de crescimento. O cenário moderado considera o conjunto de respostas intermediárias. Por sua vez, o cenário agressivo considera a faixa de respostas com as taxas de crescimento mais elevadas. Nesse sentido, foi possível projetar taxas médias de crescimento vinculadas às expectativas de perfil pessimista, intermediário e otimista, dos especialistas, quanto ao futuro, no médio e longo prazo, da mobilidade elétrica nos segmentos de transporte público, comerciais, leves, micromobilidade e infraestrutura de recarga. A Figura 36 ilustra o formato trabalhado nas projeções.

Figura 36. Segmentos e trajetórias futuras de crescimento para os setores da eletromobilidade



Fonte: elaboração própria

As projeções para o mercado da mobilidade elétrica no Brasil, em seus diversos segmentos, são relevantes para o planejamento dos agentes e *policy makers* do setor. Os resultados, por representarem uma visão geral dos segmentos da mobilidade, indicam a percepção do setor sobre o panorama atual no país, e não uma visão institucional específica, e, por isso, podem contribuir para orientar a tomada

de decisões. Não obstante, representam uma visão geral que incorpora aspectos que influenciam o desempenho do setor, como políticas de estímulo setoriais, *tracking* de investimentos e tecnologias, e, sobretudo, efeitos conjunturais e estruturais decorrentes da pandemia e da mobilização geopolítica ocasionada pelo conflito entre Ucrânia e Rússia. A seguir, apresentamos os resultados, por segmento.

6.2 Transporte Público: Ônibus Elétricos a Bateria

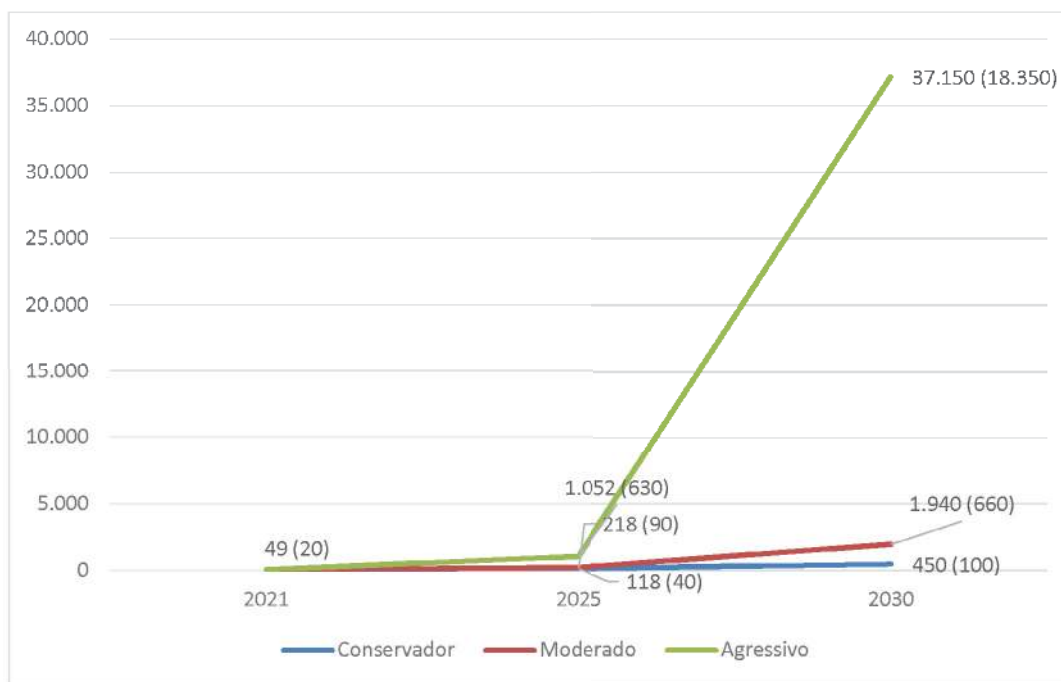
O setor de ônibus elétricos a bateria no Brasil possui características específicas, que o distingue dos demais segmentos da mobilidade elétrica. Por depender de legislação e modelos de negócios específicos, vinculados à esfera pública, o setor tem seu desempenho, em grande medida, atrelado à mobilização de políticas públicas.

Atualmente, a participação de ônibus elétricos no Brasil é incipiente, representando 1,85% do total dos ônibus utilizados no transporte público no país. São apenas 351 ônibus elétricos; desses, 302 são trólebus, 46 são convencionais a bateria, 2 são do tipo *midi*, e apenas 1 articulado a bateria, segundo a plataforma E-Bus Radar (2022). No entanto, a mobilização em torno de uma agenda de descarbonização, por parte dos governos municipais, pode contribuir para acelerar a expansão do setor. Esse é o caso da prefeitura de

São Paulo, que através de lei municipal no 16.802, instituída em 2018, doravante identificada como Lei do Clima, prevê a eliminação gradual das emissões de CO₂ pela frota de ônibus até o ano de 2038. Iniciativas desse porte tendem a crescer, caso sigam os movimentos recentes, elevando as projeções de crescimento do setor.

Os resultados desta pesquisa, representados pelos cenários conservador, moderado e agressivo, assumem a incorporação das possibilidades em termos de difusão tecnológica, adaptação de modelos de negócios e, sobretudo, as perspectivas quanto ao alinhamento de iniciativas de municípios à questão ambiental, posto que são baseados nas respostas de especialistas do segmento. A Figura 37 apresenta as projeções para a frota e volume de licenciamentos de ônibus elétricos a bateria no Brasil, por cenário e por período.

Figura 26. Projeções da frota e número de licenciamentos* de ônibus elétricos a bateria (2025 – 2030)



Fonte: elaboração própria. Nota: *valores em parênteses

No cenário conservador, as projeções são tímidas. Partindo-se da base inicial de 20 licenciamentos de ônibus elétricos em 2021 (ANFAVEA, 2022), teríamos um crescimento de 16% ao ano, de modo que, em 2025, o número de licenciamentos chegaria a 40, implicando em uma frota de 118 ônibus elétricos a bateria. Entre 2025 e 2030, projeta-se uma taxa de crescimento anual de 21%. Em 2030, chegaríamos a cerca de 100 licenciamentos, com uma frota de 450 ônibus elétricos a bateria. A participação dos ônibus elétricos no total de ônibus licenciados, em 2021, é de apenas 0,14% (ANFAVEA, 2022). No cenário conservador, essa participação se elevaria para 0,2% em 2025 e para 0,5% em 2030. Nesse cenário, avalia-se que não haveria mobilização por parte da esfera pública municipal. **A produção seria insuficiente até para atender à demanda do município de São Paulo, nos moldes da Lei do Clima.**

No cenário moderado, o licenciamento no ano de 2025 chegaria a 90 unidades, representando, aproximadamente, 0,6% dos licenciamentos de

ônibus no país, com frota projetada para 218 unidades. Em 2030, o licenciamento projetado é de 660 unidades, o equivalente a 3,2% do total licenciado, com frota estimada em 1.940 ônibus elétricos a bateria, decorrentes de uma taxa de crescimento anual de 50%, entre 2025 e 2030.

O cenário agressivo representa uma possibilidade de expansão em que a alternativa elétrica se consolida no país. As projeções indicam crescimento anual de 137% nos primeiros 4 anos, totalizando um volume licenciado de 630 unidades em 2025 e uma frota acumulada de 1.052 ônibus elétricos a bateria. A participação no total licenciado se elevaria para 4,1%. Para o ano de 2030, projeta-se o licenciamento de 18.350 unidades de ônibus elétricos a bateria, hipótese bastante otimista, pois representaria um futuro em que 89% dos ônibus licenciados seriam elétricos a bateria. Neste cenário, a frota projetada para 2030 seria de 37.150 unidades, ou o equivalente a 11,4% da frota nacional de ônibus.

Tabela 1. Projeções de participação de ônibus elétricos a bateria no total nacional

Participação	2025	2030	2025	2030	2025	2030
	Conservador	Moderado	Agressivo	Conservador	Moderado	Agressivo
(%) licenciamento	0,2%	0,5%	0,6%	3,2%	4,1%	89%
(%) frota nacional	0,04%	0,1%	0,1%	0,6%	0,3%	11,4%

Fonte: elaboração própria

Avaliando os resultados das projeções realizadas no âmbito desta pesquisa, em perspectiva com os resultados projetados no Anuário do ano anterior (PNME, 2021), verifica-se uma melhora na expectativa de crescimento do setor no cenário agressivo. Essa percepção, por parte dos agentes mais otimistas, pode estar relacionada à maior confiança de que a eletrificação se consolidará no transporte público do país, posto que há maior mobilização por parte de importantes centros urbanos, como Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Salvador e Campinas, com iniciativas para a adoção da frota elétrica.

As projeções apresentadas corroboram outros estudos que sinalizam o crescimento do setor, como apontado por estudo da CEPAL (BARASSA et al., 2022), que projeta expansão da frota entre 16.000 e 32.000 unidades em 2030, dependendo do cenário, o que representaria um crescimento próximo ao cenário agressivo aqui apresentado.

Já a expansão do setor, projetada pelo Plano Decenal de Expansão de Energia 2031, para fins de planejamento energético, considera uma participação de 3,5% no total de ônibus licenciados em 2030, com cerca de 1.500 unidades licenciadas

(BRASIL, 2022). Esse panorama representa um desempenho muito próximo ao cenário moderado, com projeção de participação em 3,2%.

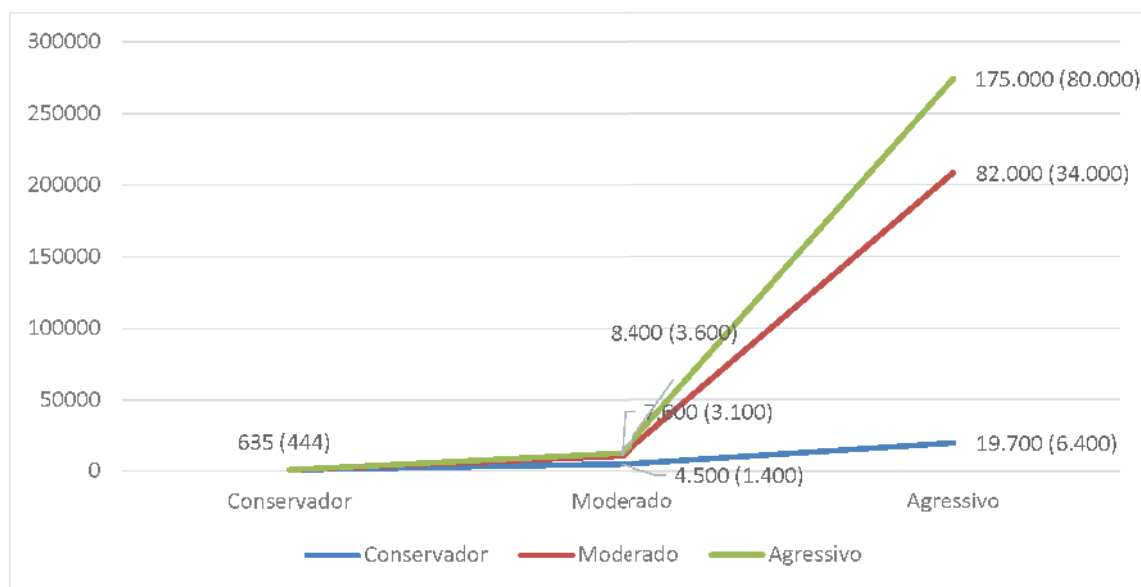
Ressalta-se que, por envolver uma série de fatores adicionais, como dependência de legislação específica, licitação, período de atuação regulado, modelo de negócio *sui generis*, regras específicas

para tarifação, dentre outros, as projeções para 2025 apresentam volumes em termos de frota e licenciamentos limitados. Em todos os cenários, nem mesmo a demanda da cidade de São Paulo, pela Lei do Clima, seria atendida em 2025. As projeções indicam volume relevante apenas no final da década, no cenário agressivo.

6.3. Veículos Comerciais

As projeções para os veículos comerciais elétricos a bateria, representados por veículos leves, médios e pesados, são apresentadas a seguir. A Figura 38 apresenta projeções para o número de veículos licenciados, em parênteses, e o tamanho da frota, em 2025 e 2030, considerando os três cenários elaborados com base nas respostas dos agentes ao questionário aplicado.

Figura 38. Projeções da frota e número de licenciamentos* de veículos comerciais elétricos a bateria (2025 – 2030)



Fonte: elaboração própria. Nota: *Valores em parênteses

O cenário conservador representa uma possibilidade pessimista de expansão do setor. Partindo de 444 unidades licenciadas no ano de 2021, sendo 151 unidades de comerciais leves e 293 caminhões, haveria um crescimento em torno de 33% ao ano, totalizando cerca de 1.400 unidades licenciadas em

2025, implicando em uma frota de 4.500 veículos comerciais elétricos a bateria no país. Para o ano de 2030, as projeções indicam em torno de 6.400 unidades licenciadas, resultante de uma taxa de crescimento de 36% ao ano e resultando em uma frota total de 19.700 veículos.

No cenário moderado, as projeções são mais otimistas. Há um salto para, aproximadamente, 3.100 unidades licenciadas no ano de 2025, alcançadas por uma taxa de expansão de 63% ao ano, totalizando uma frota de 7.600 veículos comerciais elétricos a bateria. Em 2030, a frota projetada é de 208.500 unidades, sendo que são esperadas cerca de 100.000 unidades licenciadas neste ano.

No cenário agressivo, projeta-se forte expansão. Os números chegariam a 3.600 unidades comerciais licenciadas em 2025, decorrentes de uma taxa de expansão de 70% ao ano, com frota projetada para 8.400 veículos comerciais elétricos a bateria. No

longo prazo, projeta-se um incremento na taxa de expansão, que seria de 86% ao ano, implicando em 80.000 unidades licenciadas em 2030 e uma frota equivalente a 175.000 unidades.

Avaliando-se as projeções aqui apresentadas, do âmbito da mais pessimista à mais otimista, verifica-se que houve uma melhora geral na expectativa de crescimento do setor, quando se avalia as expectativas captadas pelo Anuário da Eletromobilidade do ano de 2021. A projeção para a frota no cenário agressivo do Anuário de 2021 se equivale à projeção conservadora do Anuário de 2022, em torno de 20.000 unidades (PNME, 2021).

Tabela 2. Projeções de participação de comerciais elétricos a bateria no total nacional

Participação	2025	2030	2025	2030	2025	2030
	Conservador		Moderado		Agressivo	
(%) licenciamento	0,3%	1,2%	0,7%	6,5%	0,8%	15%
(%) frota nacional	0,06%	0,2%	0,1%	1%	0,1%	2%

Fonte: elaboração própria

Em termos de participação, verifica-se um gradual aumento em relação ao total licenciado e à frota nacional de veículos comerciais. A participação dos veículos comerciais elétricos a bateria, em 2021, representava 0,08% do total licenciado de veículos comerciais no Brasil (ANFAVEA, 2022). No cenário conservador, essa participação se elevaria para 0,3% em 2025 e para 1,2% em 2030. No cenário moderado, as projeções indicam aumento da participação para 0,7% em 2025 e para 6,5% em 2030. No cenário agressivo, a expansão mais otimista do setor implicaria em participação de 0,8% em 2025 e de 15% em 2030.

Analisando essas projeções, à luz do planejamento energético realizado pelo Plano Decenal de Expansão de Energia 2031 (PDEE31) para os veículos comerciais elétricos, em seus diferentes modais, podemos avaliar como o Ministério de Minas e Energia compreende a dinâmica futura para cada perfil de veículo comercial.

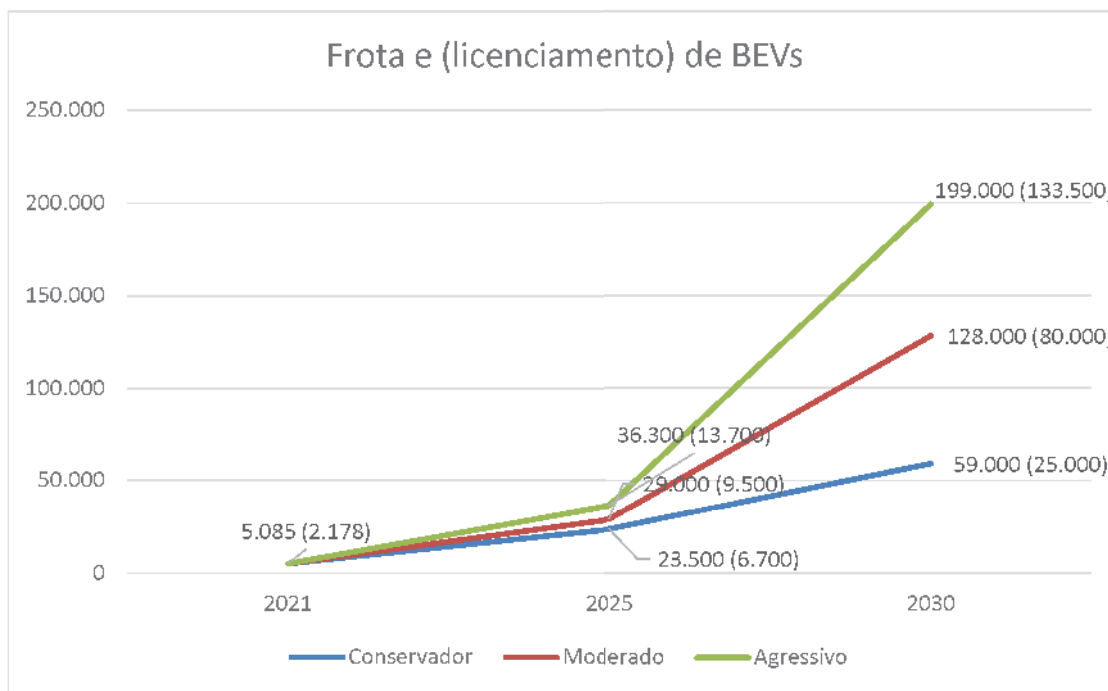
O PDEE31 estima que o segmento de caminhões leves e semileves alcance uma participação de 11,5%. Entre os comerciais médios, a participação projetada seria de 12,5%. Para comerciais semipesados, projeta-se uma participação de 5%. Por fim, os comerciais pesados representariam 2% do total de licenciamentos de híbridos e elétricos, no segmento comercial (BRASIL, 2022). Nesse sentido, avalia-se que o PDEE31 espera uma expansão agressiva para os segmentos de comerciais leves, semileves e de médio alcance. Considera uma expansão moderada para os semipesados e, ainda, uma expansão entre conservadora e moderada para os comerciais pesados.

Avalia-se que as projeções para os próximos anos, ainda que representem números expressivos, sobretudo no cenário agressivo, evidenciam o caráter incipiente do setor no país, posto que o tamanho da frota de veículos comerciais elétricos a bateria permaneceria pequeno em relação ao total de veículos comerciais. No cenário agressivo, essa participação chegaria a apenas 2% em 2030.

6.4. Veículos de Passageiros Leves: Elétricos a Bateria e Híbridos Plug-in

As projeções de crescimento para os veículos elétricos híbridos consideram as modalidades Elétricos a Bateria (BEV) e Híbridos *Plug-in* (PHEV), de maneira conjunta, de forma que os resultados apresentados expressam taxas semelhantes aplicadas às respectivas frotas. Ambas as modalidades necessitam de conexão aos eletropostos para a realização de recarga da bateria. A Figura 39 apresenta as projeções para a expansão do volume de licenciamento e de frota acumulada para os veículos elétricos a bateria (BEV).

Figura 279. Projeções de frota e licenciamento* de veículos elétricos a bateria (BEV) (2025 – 2030)



Fonte: elaboração própria. Nota: *Valores em parênteses.

As projeções para o mercado de veículos elétricos a bateria (BEV), no cenário conservador, partem de um volume de 2.178 unidades licenciadas em 2021, para 6.700 unidades em 2025, representando uma taxa anual de crescimento de 33%, e para 25.000 unidades em 2030, com taxa de crescimento anual de 30%.

No cenário moderado, que representa uma projeção de crescimento intermediária, a comercialização é ligeiramente mais elevada em 2025, totalizando cerca de 9.500 licenciamentos, decorrentes de uma taxa anual de crescimento de 45%, totalizando uma frota projetada de 29.000 veículos. A projeção

para 2030 se eleva, chegando, aproximadamente, a 80.000 unidades licenciadas, via taxa anual de crescimento de 53%, implicando em uma frota acumulada de 128.000 veículos.

O cenário agressivo apresenta uma taxa anual de crescimento de 58% até 2025, ano em que a comercialização projetada de BEVs chegaria a 13.700 unidades, apontando para uma frota composta por cerca de 36.300 veículos. A taxa anual de crescimento projetada se mantém no quinquênio seguinte, resultando em 133.500 veículos licenciados em 2030 e uma frota acumulada próxima a 199.000 veículos.

Tabela 3. Projeções de participação de BEV no total nacional

Participação	2025	2030	2025	2030	2025	2030
	Conservador		Moderado		Agressivo	
(%) licenciamento	0,3%	1,1%	0,5%	3,5%	0,7%	5,8%
(%) frota nacional	0,06%	0,16%	0,08%	0,3%	0,1%	0,5%

Fonte: elaboração própria

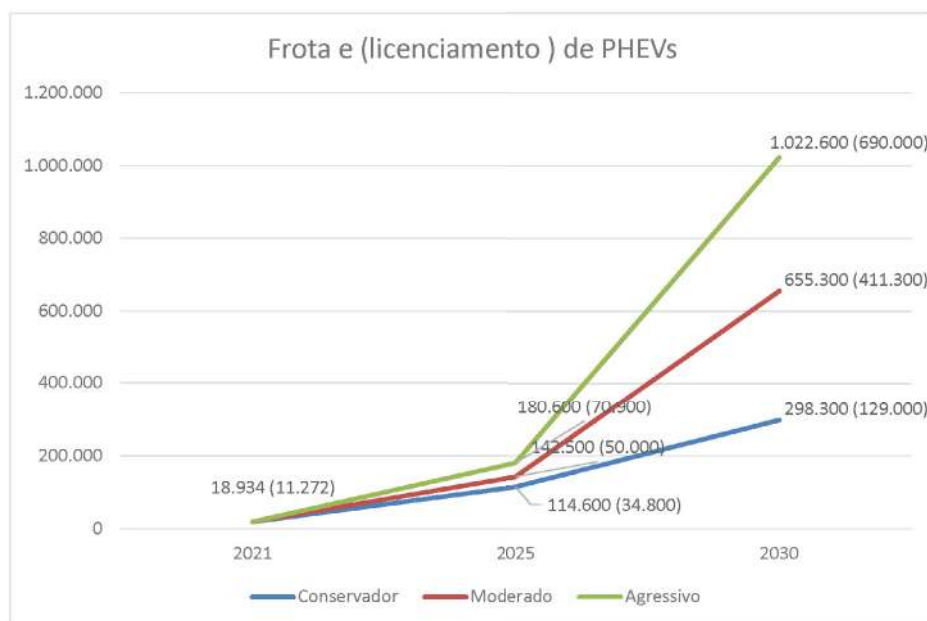
Em termos de participação no total de veículos licenciados no país, verifica-se uma projeção tímida no cenário conservador. A taxa se elevaria de 0,1%, em 2021, para 0,3% em 2025 e para 1,1% em 2030. Projeção próxima à elaborada pelo estudo da ANFAVEA; BCG (2021), que estima uma participação de 2% de BEVs no *mix* de vendas em 2030, considerando um cenário inercial, em que a eletrificação seguiria voltada para atender segmentos específicos, com pequena penetração geral.

No cenário moderado, a participação se elevaria para 0,5% em 2025 e para 3,5% em 2030. Já no cenário agressivo, a participação projetada de 0,7% em 2025 passaria para 5,8% em 2030. Resultado

também verificado pelo estudo da ANFAVEA; BGC (2021), que projeta uma participação de 5% de BEVs no mix de vendas em 2030, no cenário de Convergência Global, em que a eletrificação se aproxima de níveis verificados em mercados avançados.

A participação de veículos elétricos a bateria (BEV) na frota nacional de veículos automotores saltaria de 0,008%, em 2021, para 0,06% em 2025 e 0,16% em 2030 no cenário conservador. No cenário moderado, a participação projetada de 0,08% em 2025 se elevaria para 0,3% em 2030. Por fim, no cenário agressivo, a participação projetada em 2025 seria de 0,1%, elevando-se para 0,5% em 2030. As projeções para os veículos elétricos híbridos *plug-in* (PHEV) são apresentadas na Figura 40.

Figura 40. Projeções de frota e licenciamento* de veículos elétricos híbridos *plug-in* (PHEV) (2025 – 2030)



Fonte: elaboração própria. Nota: *Valores em parênteses.

Em relação aos veículos elétricos híbridos plug-in (PHEV), as projeções considerando o cenário conservador indicam 34.800 unidades licenciadas no ano de 2025, ano em que a frota acumulada projetada seria próxima de 114.600 unidades. Em 2030, projeta-se 129.000 licenciamentos, com frota acumulada de 298.300 unidades.

O cenário moderado projeta cerca de 50.000 licenciamentos em 2025, totalizando uma frota próxima de 142.500 veículos. As projeções para 2030

indicam cerca de 411.300 unidades licenciadas, com frota projetada de 655.300 veículos.

O cenário mais otimista de expansão considera que o volume licenciado projetado para o ano de 2025 seria de 70.900, com frota estimada em 180.600 veículos. No longo prazo, espera-se uma forte expansão no cenário agressivo, com 690.000 unidades licenciadas projetadas para o final da década e uma frota acumulada com cerca de 1.022.600 de veículos elétricos híbridos plug-in.

Tabela 4. Projeções de participação de PHEV no total nacional

Participação	2025	2030	2025	2030	2025	2030
	Conservador		Moderado		Agressivo	
(%) licenciamento	1,8%	5,6%	2,6%	18%	3,7%	30%
(%) frota nacional	0,3%	0,8%	0,4%	1,7%	0,5%	2,7%

Fonte: elaboração própria

A expansão do setor, de acordo com as projeções dos agentes, aponta que a participação dos veículos elétricos híbridos plug-in no total de veículos licenciados no Brasil saltaria de 1,8%, em 2025, para 5,6%, em 2030, no cenário conservador. No cenário moderado, de perfil intermediário, a participação avança de 2,6% em 2025 para 18% no final da década.

Para o cenário agressivo, as projeções indicam participação de 3,7% em 2025 e de expressivos 30% em 2030. Nesse cenário mais otimista, a frota de veículos elétricos híbridos *plug-in*, em 2030, chegaria próximo de 2,7% do total da frota de veículos de passeio no Brasil.

As taxas de crescimento do segmento de híbridos plug-in projetadas no âmbito deste estudo implicam que o setor elevará sua participação no mix de vendas de veículos leves no país ao longo do tempo, ao contrário de projeções da ANFAVEA; BCG (2021), que estima certo nível de manutenção em 1%, mesmo num cenário de Convergência Global da eletromobilidade no Brasil. Segundo a ANFAVEA; BCG (2021), a expansão será concen-

trada nas modalidades BEV, HEV e MHEV (*Mild Hybrid Electric Vehicle*) e, apenas em 2035, a participação de PHEV no *mix* de vendas se elevaria para 2%. As projeções aqui apresentadas indicam que esse patamar seria alcançado já em 2030, no cenário conservador.

Considerando o segmento de BEV e PHEV de maneira unificada, a participação dessa modalidade de veículos elétricos responderia por 21,5% do total de licenciamentos, em 2030, no cenário moderado, chegando a 36,2% no cenário agressivo. E, assim como verificado nos segmentos de comerciais elétricos, as projeções deste Anuário de 2022 são mais otimistas em comparação ao Anuário de 2021, que previa uma participação de 20% no cenário agressivo.

O estudo *Global Automotive Executive Survey* de 2021, produzido pela KPMG (2021) sobre perspectivas para a eletromobilidade global, projeta que, em 2030, cerca de 41% do total de veículos licenciados no Brasil serão veículos elétricos, desconsiderando híbridos. Esse desempenho situa-se num patamar pouco acima do cenário agressivo,

aqui projetado em 36,2%, indicando que o estudo da KPMG (2021) vislumbra uma trajetória bastante otimista para a eletromobilidade no país. Em termos de comparação internacional, ainda

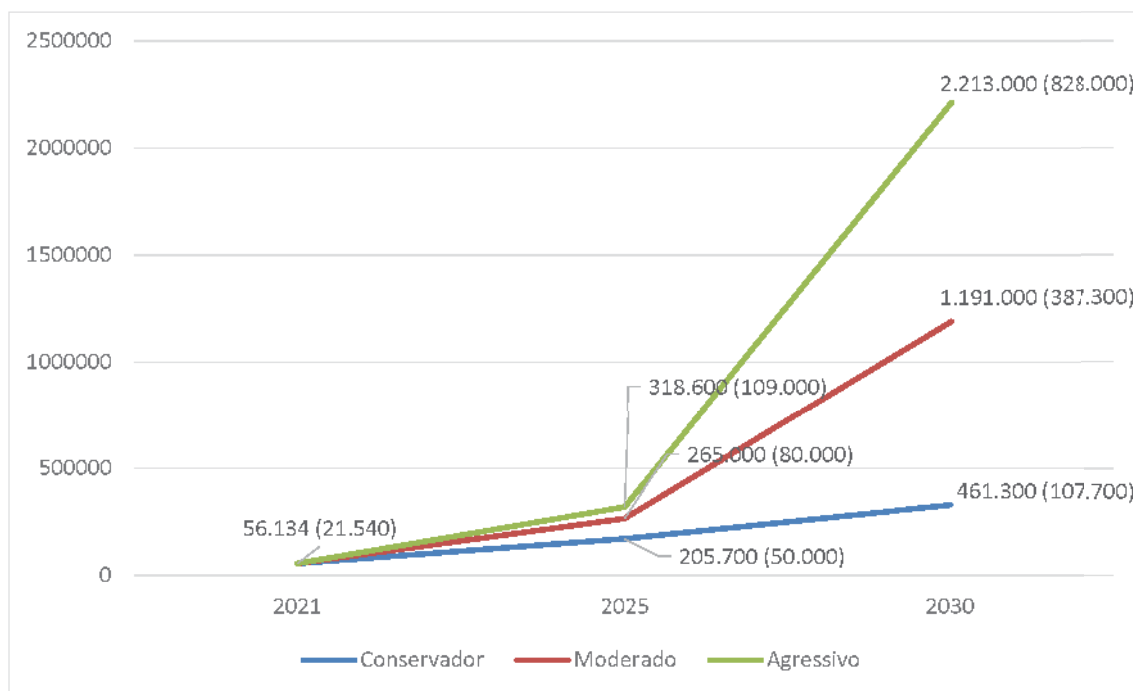
segundo a KPMG (2021), as projeções para Japão, China e Estados Unidos são de uma participação de 52% em 2030.

6.5. Veículos de Passageiros Leves: Híbridos

Os veículos elétricos híbridos (HEV) atualmente representam a grande maioria das vendas de veículos de passageiros leves no Brasil. Dentre as razões, pode-se apontar sobretudo para o menor valor de aquisição, se comparados aos elétricos “puros”. Por ser abastecido com combustível líquido, o veículo possui um motor principal a combustão, mas conta também com um motor elétrico de menor porte que se recarrega durante as frenagens do veículo. Nessa modalidade, não há possibilidade de recarga em eletropostos.

As projeções para as taxas de crescimento do mercado de veículos elétricos híbridos (HEV) apontam para desempenho inferior ao verificado para os veículos elétricos a bateria (BEV) e híbridos *plug-in* (PHEV), em todos os períodos e cenários. No entanto, em termos de unidades e frota, o montante projetado é consideravelmente maior para os veículos híbridos (HEV). As projeções de expansão do setor de elétricos híbridos são apresentadas na Figura 41.

Figura 41. Projeções de frota e licenciamento* de veículos elétricos híbridos (HEV) (2025 – 2030)



Fonte: elaboração própria. Nota: *Valores em parênteses.

As projeções no cenário conservador partem de um volume licenciado de 21.540, em 2021, para 50.000 unidades em 2025, decorrentes de uma taxa anual de expansão de 23%, e para 107.700, em 2030, com taxa projetada de 17% ao ano, entre 2025 e 2030. No cenário moderado, o volume licenciado seria de 80.000, em 2025, referente à uma expansão de cerca de 39% ao ano, e, no final da década, projeta-se o licenciamento de 387.300, com as taxas anuais projetadas reduzidas para 37% no quinquênio 2025/2030. O cenário agressivo aponta para 109.000 unidades licenciadas no ano de 2025, e para, aproximadamente, 828.000 unidades em 2030. Nesse cenário, o licenciamento

anual cresce a uma taxa de 50% ao ano, durante todo o período.

A frota de veículos elétricos híbridos em 2021 totalizava 56.134 veículos (ANFAVEA, 2022). Com as projeções dos especialistas setoriais que participaram da pesquisa, o volume ficaria em torno de 205.700 no cenário conservador e em 265.000 no cenário moderado, em 2025. Para o final da década, as projeções apontam para 461.300, considerando o cenário conservador, e 1.191.000 veículos, no cenário moderado. Já no cenário agressivo, com maiores taxas de crescimento, a frota projetada alcançaria 318.600 unidades em 2025, saltando para 2.213.000 veículos ao final de 2030.

Tabela 5. Projeções de participação de HEV no total nacional

Participação	2025	2030	2025	2030	2025	2030
	Conservador		Moderado		Agressivo	
(%) licenciamento	2,6%	4,7%	4,2%	17%	5,8%	36%
(%) frota nacional	0,5%	1,2%	0,7%	3,1%	0,8%	5,8%

Fonte: elaboração própria

Os veículos elétricos híbridos (HEV), entre os BEVs, PHEVs e HEVs, responderam, em 2021, por 61% dos veículos elétricos leves de passeio licenciados no Brasil. Ou seja, representam, atualmente, a principal modalidade de veículos leves de passeio elétricos no país. Considerando todos os veículos de passeio, inclusive movidos por motores a combustão, os elétricos híbridos representaram 1,4% do total de veículos licenciados (ANFAVEA, 2022). As projeções indicam elevação dessa participação. Em 2025, no cenário conservador, a participação no licenciamento total no Brasil se elevaria para 2,6%, chegando a expressivos 36% no cenário agressivo, em 2030. Caso o cenário agressivo se concretize, projeta-se que cerca de 5,8% da frota nacional seja de elétricos híbridos em 2030.

Assim como verificado no segmento de BEV e PHEV, as projeções para HEV também são mais otimistas em relação às perspectivas apresentadas no PNME (2021). Fato relevante, posto que a captura dessas percepções foi realizada dentro de um intervalo temporal de 1 ano. No Anuário anterior, a projeção mais otimista seria equivalente ao cenário moderado, com participação projetada em 16%, conforme apresentado. As projeções, em termos de participação, também são mais otimistas em relação às estimativas da ANFAVEA; BCG (2022), que projetam participação de 2% de HEVs no total licenciado em 2030, no cenário Inercial, e de 3% no cenário de Convergência Global, projeção inferior ao cenário conservador aqui apresentado.

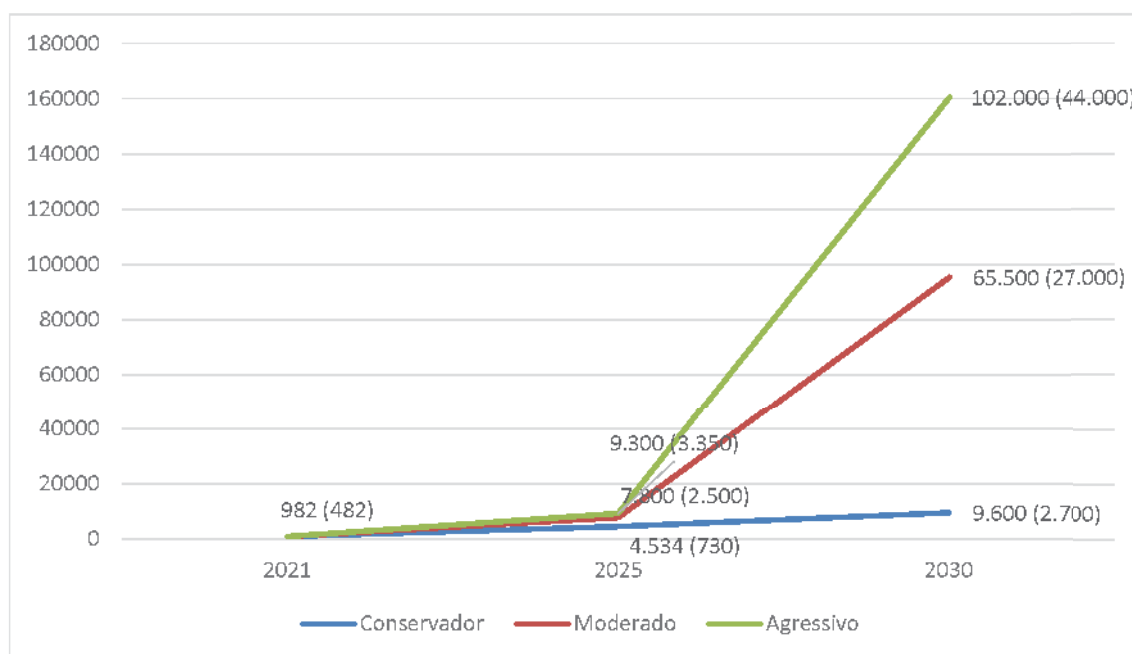
6.6. Infraestrutura de Recarga

A infraestrutura de recarga é representada no estudo por pontos de fornecimento de energia para carregamento das baterias dos veículos elétricos, compostos por cabos de carregamento, suportes de carga, plugues de conexão, tomada elétrica, conector de veículo e demais equipamentos de suporte para permitir o abastecimento do veículo. Considera-se apenas os pontos de recarga com acesso público (em áreas públicas) e semipúblicos (estabelecimentos comerciais, *shoppings*, estacionamentos e outros), nos âmbitos das cidades, rodovias e corredores estratégicos, sem distinção quanto aos níveis de velocidade

de recarga. Desconsidera-se, aqui, no cômputo geral, os carregadores privados de uso próprio/residencial.

As projeções para a infraestrutura de recarga consideram diferentes taxas de crescimento para a quantidade de pontos de recarga. A exemplo das demais categorias avaliadas, as projeções foram agrupadas em três cenários: conservador, moderado e agressivo, os quais representam magnitudes distintas de trajetórias de crescimento. A Figura 42 apresenta a expectativa dos especialistas para a expansão do setor.

Figura 42. Projeções de pontos de recarga com acesso público no Brasil (2025 e 2030) (Valores Acumulados)



Fonte: elaboração própria. Nota: Valores em parênteses referem-se ao número de instalações no ano.

As projeções de perfil conservador indicam crescimento de 26% ao ano no número de instalações no Brasil, de forma que, em 2025, seriam instalados 730 pontos. Em 2030, as projeções indicam cerca de 2.700 eletropostos

instalados, de forma que o total de eletropostos no final da década seria próximo de 9.600 unidades.

No cenário moderado, projeta-se uma expansão de 58% no número de instalações por ano, de forma

que, em 2025, cerca de 2.500 unidades seriam instaladas, implicando numa infraestrutura composta por cerca de 7.800 pontos de recarga. No final da década, espera-se que o total acumulado seja por volta de 65.500 unidades, sendo instalados, em 2030, 27.000 unidades.

Considerando o cenário mais agressivo, em que a eletromobilidade já estaria em fase de consoli-

dação no Brasil, seriam instalados cerca de 3.350 pontos de recarga em 2025, decorrentes de uma taxa de expansão anual de 68%, projetando uma infraestrutura composta por 9.300 pontos. Para 2030, os especialistas mais otimistas projetaram expansão para 102.000 unidades disponíveis no país, ano em que seriam incorporados cerca de 44.000 pontos de recarga.

6.7. Micromobilidade elétrica

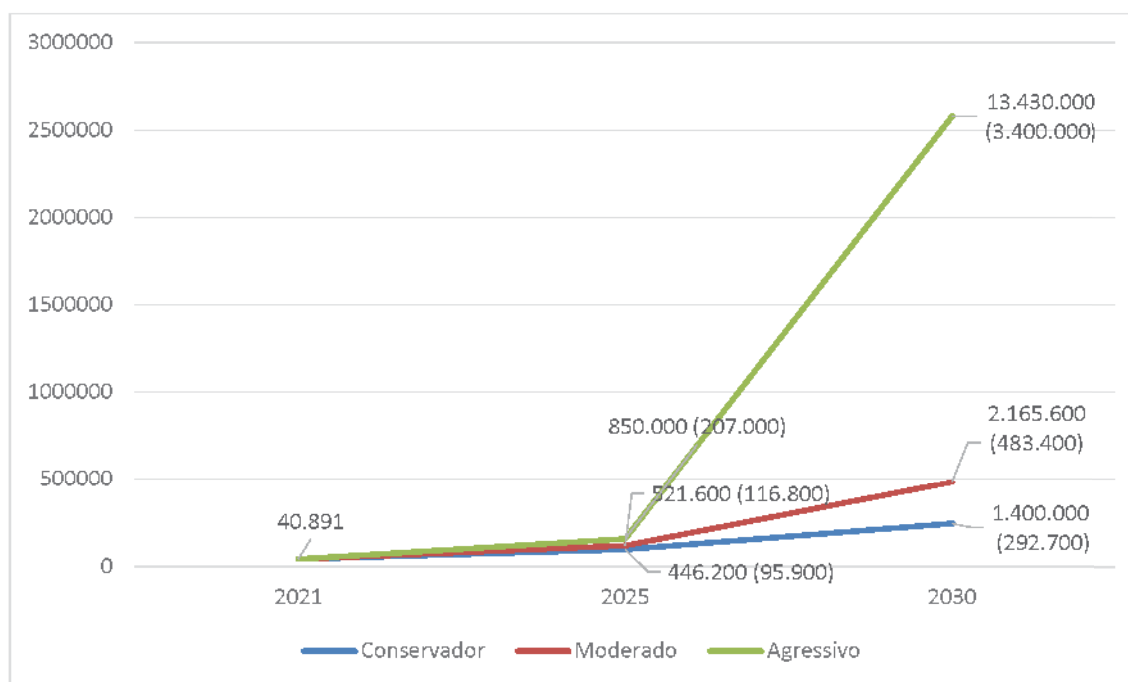
A micromobilidade urbana elétrica, no estudo, compreende os segmentos de bicicletas elétricas, *scooters* elétricas e ciclomotor elétrico modelo CityCoco. Essas modalidades vêm apresentando destaque no cenário urbano, como alternativa ao transporte privado e público, bem como alternativa de contorno ao tráfego intenso, sobretudo das grandes cidades

6.7.1. E-Bike

As bicicletas elétricas, também denominadas de e-bicicletas ou *e-bikes*, são bicicletas convencionais equipadas com motor elétrico e bateria de lítio, capazes de armazenar energia gerada pelo movimento. O Contran (2022) estabelece que, para ser classificado como *e-bike*, o veículo tenha: i) potência máxima de 350 watts; ii) velocidade máxima de 25km/h; iii) sistema que garanta o funcionamento do motor somente quando o condutor pedalar; e ainda não disponha de iv) acelerador ou de qualquer outro dispositivo de variação manual de potência.

A modalidade desponta como alternativa para o transporte de curta distância nas cidades. As vendas entre 2020 e 2021 se elevaram em 27,3%, totalizando 40.891 unidades vendidas, representando cerca de 1% do total de bicicletas no Brasil. As projeções para os próximos anos, segundo a Aliança Bike (2022), apontam para um crescimento anual de 22%, sob uma perspectiva mais pessimista, e para 50% num contexto otimista e, ainda, por apresentar uma participação pequena do total de bicicletas no país, o setor apresentaria elevado potencial de crescimento. A Figura 43 apresenta as projeções de crescimento para as bicicletas elétricas, de acordo com os especialistas entrevistados.

Figura 43. Projeções de vendas acumuladas de bicicletas elétricas (2025 e 2030)



Fonte: elaboração própria. Nota: Valores em parênteses representam vendas no ano.

As projeções para o segmento de bicicletas elétricas apresentam desempenho próximo entre os cenários conservador e moderado, no médio prazo, e grande expansão do mercado no cenário agressivo, no longo prazo. Partindo de um volume de vendas de 40.891 unidades em 2021, segundo dados da Aliança Bike (2022), o volume projetado para 2025 chegaria a 95.900 unidades no cenário conservador, decorrente de uma taxa de expansão anual de 24%, e de 116.800 unidades no cenário moderado, em que a taxa projetada seria de 30%. Já no cenário agressivo, o volume vendido projetado seria próximo de 207.000 unidades vendidas, decorrente de uma taxa de crescimento anual de 50%.

No longo prazo, em 2030, as projeções indicam cerca de 292.700 unidades no cenário conserva-

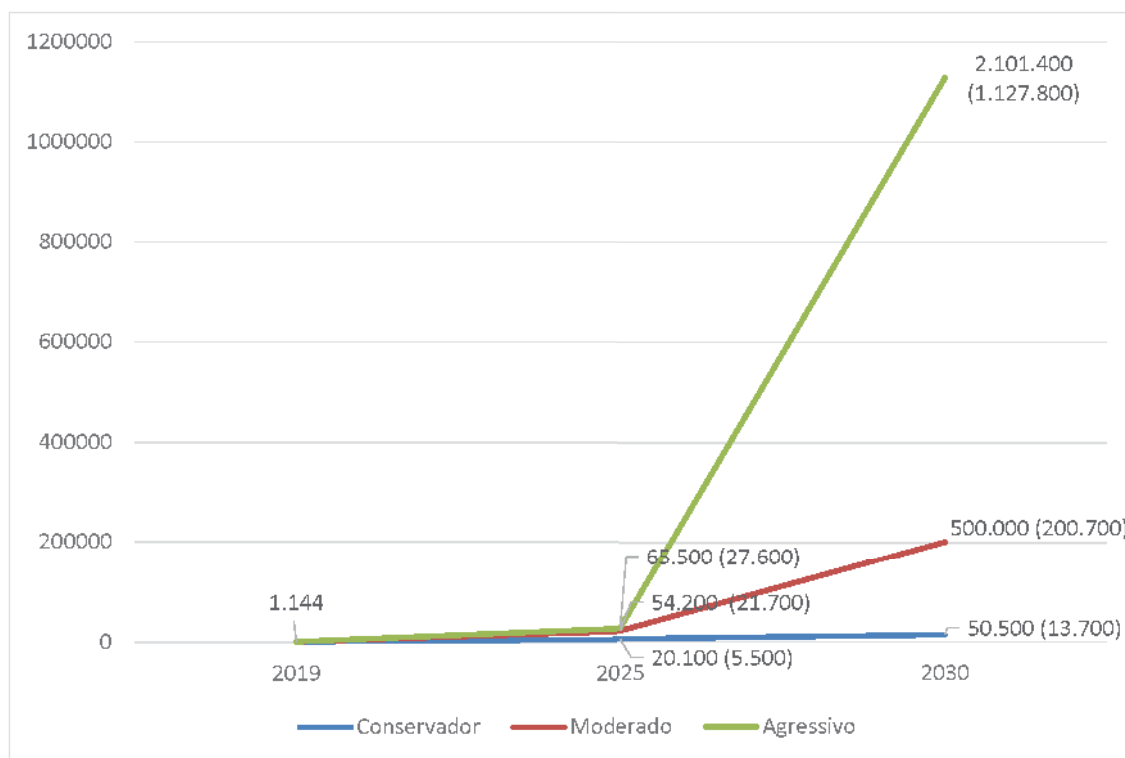
dor, sendo esse volume quase duplicado no cenário moderado, em que as taxas de crescimento anuais projetadas se elevariam para 33%, entre 2025 e 2030. O cenário agressivo projeta uma expansão anual de vendas na ordem de 75% ao ano, totalizando expressivas 3.400.000 unidades em 2030.

Em termos de participação, atualmente, segundo a Aliança Bike (2022), as bicicletas elétricas representam cerca de 1% do total vendido no país. As projeções realizadas para 2030 indicam elevação da participação de vendas para 5%, 8% e 59%, nos cenários conservador, moderado e agressivo, respectivamente, considerando um total de vendas em torno de 5,8 milhões de bicicletas, em 2030.

6.7.2. E-Scooter

As *scooters* elétricas, ou *e-scooter*, seguem as mesmas regras das motos elétricas e motos a combustão, exigindo do condutor o recolhimento de taxas de licenciamento e impostos, além da carteira de habilitação A e uso do capacete. A Figura 44 apresenta os resultados das projeções para o setor.

Figura 284. Projeções de vendas acumuladas de *scooters* elétricas (2025 e 2030)



Fonte: elaboração própria. Nota: Valores em parênteses representam vendas no ano.

As projeções para as *scooters* elétricas no cenário conservador partem de um volume de vendas de 1.114 unidades em 2019 (ABVE, 2020). Projeta-se uma expansão de 30% ao ano, até 2025, quando seriam comercializadas 5.500 unidades. Entre 2025 e 2030, a taxa de expansão anual projetada se reduziria para 20%, representando um volume de 13.700 unidades vendidas em 2030. Desempenho próximo aos valores projetados pela Quince Market (2022), que estima crescimento global de 32,5% ao ano até 2030, dando continuidade à expansão verificada nos últimos anos.

No cenário moderado, o volume de vendas no médio prazo se elevaria para 21.701 unidades, alcançado através de um crescimento médio de 63% ao ano, e chegando a 200.700 unidades vendidas em 2030, com taxa média anual de 56%. Já no cenário agressivo, a expansão seria de 70% ao ano, até 2025, quando se projeta um volume de vendas próximo às 27.600 unidades. Entre 2025 e 2030, a projeção para a taxa de crescimento anual das vendas seria de 110%, implicando em 1.127.800 unidades vendidas em 2030.

6.7.3. CityCoco

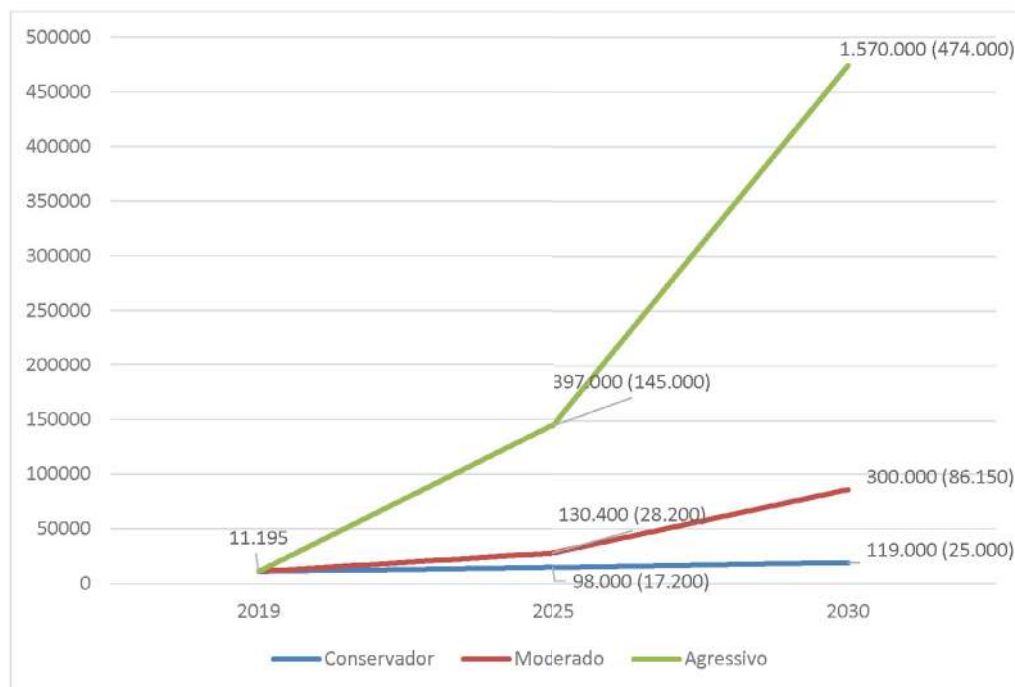
Dentro da micromobilidade, o ciclomotor modelo CityCoco destacou-se nos últimos anos, com relevante expansão de vendas. No período pré-pandemia, o crescimento verificado foi de 68% em 2018, e de 325% em 2019, ano em que foram vendidas 11.195 unidades no Brasil, segundo a ABVE (2020). Em 2020, a frota de ciclomotores no Brasil era de 415.291 unidades, representando 1,4% da frota duas rodas total do país, segundo dados da Abraciclo (2021). O “boom” de vendas do modelo CityCoco suscitou, inclusive, a atenção do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), posto que o modelo, não homologado no Brasil, passou a ser visto com maior frequência nas vias públicas das grandes cidades, exigindo maior rigor regulatório.

Por se tratar de um veículo com capacidade de 2 kW (quilowatts) de potência, podendo chegar a 45 km/h de velocidade, a CityCoco se enquadra na categoria ciclomotor, e por isso necessita

de homologação para ser vendida no Brasil e exigiria regras de utilização específicas. Segundo a Resolução nº 842 do Conselho Nacional de Trânsito, de 8 de abril de 2021, ciclomotor é todo veículo de 2 ou 3 rodas, provido de motor de combustão interna, cuja cilindrada não exceda a 50 cm³, ou de motor de propulsão elétrica com potência máxima de 4 kW. E, ainda, não podem circular, sem registro e licenciamento, os equipamentos elétricos com mais de 1,2 metros de comprimento, de velocidade até 50 km/h, que seja equiparado a um ciclomotor.

As projeções para o modelo CityCoco apresentam o pior desempenho dentre os segmentos da micromobilidade, sobretudo no longo prazo. Esse desempenho pode ser vinculado às recentes limitações impostas pela legislação ao setor. A seguir, apresenta-se as projeções dos especialistas setoriais que participaram da pesquisa, na Figura 45.

Figura 45. Projeções de vendas acumuladas de ciclomotores modalidade CityCoco (2025 - 2030)



Fonte: elaboração própria. Nota: Valores em parênteses representam vendas no ano.

Com as limitações e incertezas quanto ao futuro da modalidade, as projeções para vendas da modalidade no cenário conservador apontam para um volume de 17.200 unidades em 2025, representando uma taxa de crescimento de 8% ao ano. Para o final da década, projeta-se cerca de 119.000 ciclomotores CityCoco em circulação no país, com vendas estimadas de 25.000 unidades.

No cenário moderado, as vendas em 2025 seriam de 28.200 unidades, o equivalente a um crescimento anual de vendas em torno de 17%. Nesse cenário, o volume projetado de vendas seria de 86.150 unidades em 2030, com frota acumulada, entre 2019 e 2030, de cerca de 300.000 ciclomotores modelo CityCoco.

Por fim, no cenário agressivo, em que os agentes possivelmente vislumbram uma solução positiva para o segmento, projeta-se um volume de vendas

próximo a 145.000 unidades em 2025, decorrentes de uma taxa de expansão de 53% ao ano. Para 2030, as vendas projetadas para o modelo alcançariam 474.000 unidades. Essa perspectiva otimista considera que, em 2030, cerca de 1.500.000 modelos CityCoco estariam em circulação no Brasil.

As projeções apresentadas nesta seção representaram a percepção dos agentes e especialistas setoriais sobre as possibilidades de trajetórias futuras da mobilidade sustentável no Brasil. Tais trajetórias compreenderam cenários sob perspectivas pessimistas, moderadas e otimistas quanto à expansão do setor, contudo sem qualificar as razões intrínsecas de cada desempenho projetado. A próxima seção explora fatores que poderiam afetar a expansão do setor no país, condicionando suas trajetórias.

6.8. Impactos da pandemia, do conflito na Ucrânia e demais

fatores sobre a eletromobilidade nacional

O setor automobilístico como um todo foi afetado no período recente por fatores conjunturais relevantes, como a pandemia ocasionada pela COVID-19, cujos efeitos ainda persistem e, mais recentemente, pelo conflito na Ucrânia. Ambos os eventos suscitam reflexões sobre a dinâmica futura do setor, posto que a instabilidade trazida, evidenciada pela redução da oferta de componentes essenciais para a produção e pela oscilação do preço do petróleo, poderiam implicar em transformações relevantes para a cadeia global de valor e na demanda por veículos eletrificados.

Nesse sentido, através de perguntas abertas no questionário, avaliamos a percepção dos especialistas setoriais que participaram da pesquisa quanto aos efeitos deletérios da COVID-19 e do conflito na Ucrânia sobre o setor da eletromobilidade, procurando identificar os desdobramentos para o curto prazo e para o longo prazo.

Identificamos apontamentos relacionados à oferta e à demanda pelos segmentos da eletromobilidade. Há um certo consenso quanto aos efeitos de curto prazo, concentrados nos impactos na cadeia de fornecimento de componentes eletrônicos e semicondutores, com maior impacto em produtos e segmentos com relevante participação de eletrônica embarcada, como os eletrificados, refletindo em elevação de custos de importação e produção. Há também uma preocupação quanto ao prolongamento da crise econômica e possibilidade de recessão, impactando negativamente na demanda por veículos de todos os segmentos. Esses apontamentos não são novidade, apenas enfatizam os principais efeitos de curto prazo.

Apesar de tais efeitos serem amplamente discutidos pelo setor, seus desdobramentos são motivo de controvérsia entre os participantes da pesquisa. Há os que apontam que tais efeitos poderiam

acelerar o processo de eletrificação, sobretudo devido à elevação dos preços dos combustíveis fósseis, ampliando a competitividade dos veículos elétricos. Outros apontam para o adiamento da eletrificação, devido ao aumento dos custos de produção, baixo desempenho econômico, e, ainda, prorrogação das metas de redução de emissões, em decorrência da instabilidade energética propagada pelo conflito na Ucrânia.

Parte dos especialistas indicam, também, que a interrupção da produção por falta de componentes essenciais, notadamente importados, poderia gerar um movimento de “desglobalização”. **Nesta perspectiva, há possibilidade de produção nacional de componentes atualmente importados, com as devidas ressalvas quanto às dificuldades intrínsecas ao processo. O avanço do segmento de pesados poderia liderar o movimento. Para os segmentos de leves, mais dependentes da cadeia global, esse processo poderia ser mais lento.**

Adicionalmente, levantamos os fatores, apontados pelos especialistas, que influenciariam a dinâmica da eletromobilidade no Brasil, até 2030, para além dos efeitos conjunturais da pandemia e da guerra. Verificou-se uma certa consonância dos agentes em apontar para a ausência de políticas públicas adequadas para o setor, em seus diversos segmentos, como evidenciado por alguns entrevistados: “falta de uma política nacional que incentive produção, instalação de postos de recarga e aquisição de veículos elétricos”, “ausência de aliança estratégica nacional com metas definidas, legislação e normalização em todos os aspectos (uso, caracterização e homologação de produtos e serviços), descompasso entre setores-chave, como automotivo e de energias”.

Por fim, identificou-se, entre parte dos espe-

cialistas, uma queixa quanto à pressão exercida por setores concorrentes, sobretudo os ligados aos combustíveis fósseis, e também à recorrente instabilidade econômica e política do país,

6.9. Considerações Finais

As projeções de crescimento para o setor da eletromobilidade, em seus segmentos, foram produzidas de acordo com as expectativas de especialistas do próprio setor. Dessa maneira, as informações apresentadas neste estudo representam possibilidades de trajetória futura para os segmentos analisados, condizentes com as perspectivas dos especialistas. As diferentes perspectivas, de perfil pessimista, moderado ou otimista, balizaram os cenários utilizados.

As menores taxas de crescimento projetadas foram verificadas nos segmentos de veículos de passeio leves híbridos (HEV), ônibus elétricos (cenário conservador e moderado) e na modalidade de ciclomotor CityCoco. As maiores taxas foram projetadas para os segmentos de veículos comerciais elétricos e *scooters* elétricas, em todos os cenários, e para ônibus elétricos, no cenário agressivo.

Avalia-se que o segmento de HEVs perca espaço para os veículos BEV e PHEV ao longo da década, mas ainda com maior representatividade em termos de volumes entre veículos dessas modalidades em circulação. Ressalta-se que, apesar das projeções para a taxa de crescimento dos modelos HEV serem inferiores às demais categorias, as projeções aqui apresentadas são mais otimistas do que as projetadas por outros estudos, como da ANFAVEA; BCG (2021) e da KPMG (2021).

Em relação aos ônibus elétricos, as projeções mais conservadoras podem estar relacionadas ao maior custo de aquisição, em comparação com os ônibus a combustão, e ao grau de complexidade que envolve a expansão do setor, sobretudo em virtude

que reduziria a previsibilidade do setor e, conseqüentemente, um avanço mais consistente da eletromobilidade no Brasil.

de sua relação com a esfera pública. No cenário agressivo, o otimismo quanto à mobilização da esfera pública em prol da descarbonização do transporte público é refletido nas altas taxas de expansão projetadas.

Sobre a modalidade CityCoco, as taxas tímidas de crescimento refletem o imbróglcio relacionado à homologação do modelo no país. Desempenho oposto ao projetado para as *scooters* elétricas, concorrente próxima da CityCoco, que se destaca como alternativa de transporte nas grandes cidades.

As projeções otimistas para o segmento de veículos comerciais podem estar vinculadas ao momento favorável verificado pelo segmento nos últimos anos, em que se observou o início da eletrificação de frotas corporativas. Esse desempenho está fortemente ligado às práticas de ESG pelas empresas. Não obstante, dentre os segmentos, possivelmente os veículos comerciais elétricos seriam os mais beneficiados pela consolidação da agenda ambiental corporativa no Brasil.

Quanto à infraestrutura de recarga, espera-se que o avanço no número de pontos de recarga acompanhe a dinâmica de vendas de veículos eletrificados BEV e PHEV. A taxas de crescimento projetadas para a instalação de eletropostos são superiores às taxas de crescimento projetadas para as vendas de BEV e PHEV, sobretudo nos cenários moderado e agressivo. Esse desempenho pode estar vinculado à percepção de que as montadoras podem assumir um protagonismo maior no desenvolvimento da infraestrutura de recarga no país.

Por fim, quanto aos apontamentos para os impactos da pandemia ocasionada pela COVID-19 e do conflito na Ucrânia sobre o futuro do setor, verificou-se uma ausência de consenso. Parte dos entrevistados indicam boas possibilidades para a intensificação do processo de eletrificação no Brasil, via aumento de competitividade do

setor em decorrência da elevação dos preços dos combustíveis fósseis. Parte avalia que a instabilidade gerada possivelmente retardará o avanço da eletrificação no Brasil, seja pela readequação da cadeia produtiva global, ou pelo baixo dinamismo econômico esperado para os próximos anos.

Referências Bibliográficas

ABVE. **100 mil eletrificados já circulam no Brasil**. ABVE, 2022. Disponível em: <http://www.abve.org.br/100-mil-eletrificados-circulam-no-brasil/>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

ABVE. **Balanco: as principais conquistas e ações da ABVE no biênio 2018-2019** – ABVE. 2020. Disponível em: <http://www.abve.org.br/balanco-as-principais-conquistas-e-acoes-da-abve-no-bienio-2018-2019/>. Acesso em 15 de agosto de 2020.

AGÊNCIA BRASÍLIA. **“VEM DF”: tire suas dúvidas sobre o projeto de carros elétricos compartilhados**. 2019. Disponível em: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2019/10/07/vem-df-tire-suas-duvidas-sobre-o-projeto-de-carros-eletricos-compartilhados/>. Acesso em 02 set 2020.

ALESSANDRA, K. **Frente vai atuar pelo desenvolvimento da indústria de carros elétricos**. Agência Câmara de Notícias. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/538327-frente-vai-atuar-pelo-desenvolvimento-da-industria-de-carros-eletricos/>. Acesso em: 12 set. 2020.

ANEEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica. Regulamentação sobre recarga de veículos elétricos**, 2018. Disponível em: <http://aneel.gov.br/estacoes-de-recarga-de-veiculos-eletricos>. Acesso em: 15 jul. 2020.

ANEEL. **Mobilidade elétrica: ANEEL aprova 30 projetos com investimento de R\$ 463,8 milhões**. 2021. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/mobilidade-eletrica-aneel-aprova-30-projetos-com-investimento-de-r-463-8-milhoes/656877?inheritRedirect=false. Acesso em: 10 out. 2021.

ANFAVEA- BCG (2021). **O caminho da descarbonização do setor automotivo no Brasil**. Disponível em: <https://anfavea.com.br/docs/apresentacoes/APRESENTA%C3%87%C3%830-ANFAVEA-E-BCG.pdf> Acesso em: 10 out. 2021.

ANFAVEA. **Coletiva de imprensa ANFAVEA - 08 de abril**. Youtube, 08 de abril de 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=USPmPCppGss>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

ANFAVEA. **Coletiva de Imprensa: Desempenho da Indústria Automobilística Brasileira em fevereiro de 2022**. 17 slides. Disponível em: <https://k8t3b3j9.rocketcdn.me/site/wp-content/uploads/2022/03/APRESENTACAO-MARCO-2022.pdf>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

ANFAVEA. **O caminho da descarbonização do setor automotivo no Brasil**, 2021. 67 slides. Disponível em: <https://anfavea.com.br/docs/apresentacoes/APRESENTA%C3%87%C3%830-ANFAVEA-E-BCG.pdf>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

ANP. Agência de Notícias do Paraná. **Paraná ganha o Dia da Eletromobilidade para incentivar tecnologia**. 2020 Disponível: <http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=104262&tit=Parana-ganha-o-Dia-da-Eletromobilidade-para-incentivar-tecnologia->. Acesso em 14 de jun 2020.

ARTHUR, B. **Competing technologies, increasing returns and lock-in by historical events**. Stanford University (CA), The Economic Journal, v. 99, n. 394, p. 116-131, 1989.

ASSOBRAV. Associação Brasileira dos Distribuidores Volkswagen. **Governo do Paraná vai comprar 152 carros elétricos**, 2020. Disponível em: <https://www.assobrav.com.br/carros-eletricos/governo-do-parana-vai-comprar-152-carros-eletricos/>. Acesso em 05 out. 2020.

AUTOMOTIVE BUSINESS. **Como a agenda ESG impulsiona o mercado de carros elétricos** | Automotive Business. Disponível em: <https://www.automotivebusiness.com.br/pt/posts/mobility-now/como-a-agenda-esg-impulsiona-o-mercado-de-carros-eletricos/>. Acesso em: 1 maio 2022a.

AUTOMOTIVE BUSINESS. **Gigantes do e-commerce compram carros elétricos de olho na agenda ESG** |. Disponível em: <https://www.automotivebusiness.com.br/pt/posts/mobility-now/gigantes-do-e-commerce-compram-veiculos-eletricos-de-olho-na-agenda-esg/>. Acesso em: 10 mar. 2022b.

AUTOMOTIVE BUSINESS. **GreenV oferece capacitação em mobilidade elétrica para comunidade**, 2022. Disponível em: <https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/noticias/greenv-oferece-capacitacao-em-mobilidade-eletrica-para-comunidade/>; Acesso em 15 de agosto de 2022.

AUTORIDAD REGULADORA DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS (ARESEP). **Tarifa aplicable en los centros de recarga rápida para vehículos eléctrico**.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Sandbox Regulatório**. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/sandbox>. Acesso em: 20 out. 2021.

BARAN, R. **A Introdução de Veículos Elétricos no Brasil: Avaliação do Impacto no Consumo de Gasolina e Eletricidade**. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2012. XIV, 124p, Tese (doutorado) – UFRJ / COPPE / Programa de Planejamento Energético, 2012.

BARASSA, E. **A CONSTRUÇÃO DE UMA AGENDA PARA A ELETROMOBILIDADE NO BRASIL: COMPETÊNCIAS TECNOLÓGICAS E GOVERNANÇA**. 2019. 243 f. Instituto de Geociências, UNICAMP, 2019. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1094309?guid=1645056005960&returnUrl=%2Fresultado%2Flistar%3Fguid%3D1645056005960%26quantidadePaginas%3D1%26codigoRegistro%3D1094309%231094309&i=6>. Acesso em: 20 out. 2021.

BARASSA, E. **Trajatória Tecnológica Do Veículo Elétrico: Atores, Políticas E Esforços Tecnológicos No Brasil**. 1, 1–106. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2> Acesso em: 20 out. 2021.

BAZANI, A. **Volta Redonda ganha mais um ônibus elétrico para o “Tarifa Comercial Zero” neste dia 1º**. Diário do Transporte. Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2020/01/01/volta-redonda-ganha-mais-um-onibus-eletrico-para-o-tarifa-comercial-zero-neste-dia-1o/>. Acesso em 30 mar 2020.

BAZANI, A; PELEGI, Alexandre. **TCE determina suspensão de licitação de ônibus elétricos de Salvador**. Diário do Transporte, 2022. Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2022/07/15/tce-determina-suspensao-de-licitacao-de-onibus-eletricos-de-salvador/>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

BEEPBEEP. **Carros 100% elétricos compartilhados Ponto A ao Ponto B Inclusive entre cidades e aeroportos que atuamos**. 2022. Disponível em: <https://www.beepbeep.com.br/home>. Acesso em: 15 de agosto de 2022.

BERMÚDEZ, T. **Transiciones Socio-Técnicas hacia una Movilidad de Bajo Carbono: Un análisis del Nicho de los Buses de Baja Emisión para el Caso de Brasil**. 2018

BID (BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO); ECUADOR, M. DE T. Y O. P. DE. **Estrategia Nacional de Electromovilidad para Ecuador.**

BLOOMBERG NEF et al. **BNEF Electric Vehicle Outlook 2022 y mercado latinoamericano de vehículos eléctricos.** 2022.

BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. (2018).

BNDES aprova R\$ 6,7 milhões para estações de recarga de veículos elétricos. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-aprova-r-6-7-milhoes-para-estacoes-de-recarga-de-veiculos-eletricos>. Acesso em 17 set 2020.

BREATHELIFE. 2020. <https://breathelife2030.org/pt/about/>. Acesso em 17 set 2020.

CAMEX. **RESOLUÇÃO No 97, DE 26 DE OUTUBRO DE 2015.** Disponível em: <http://camex.gov.br/uncategorised/62-resolucoes-da-camex/em-vigor/1564-resolucao-n-97-de-26-de-outubro-de-2015>. Acesso em: 5 mar. 2018.

CASTRO, N. J. de et al. **Programa de P&D da ANEEL: Avaliação & Perspectivas.**, 2020. Disponível em: http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/29_livro_ped_aneel.pdf Acesso em: 5 mar. 2021.

CELESC. **Sobre o projeto – Eletroposto Celesc** – Celesc Distribuição S.A – Fundação Certi | Todos os direitos reservados. Disponível em: <https://eletropostocelesc.com.br/index.php/sobre/>. Acesso em: 7 maio 2022.

CHAN, C. C. **The State of the Art of Electric, Hybrid, and Fuel Cell Vehicles With their superior fuel economy and performance, hybrid vehicles will likely increase in popularity in coming years; further development of control theory for hybrids is essential for their.** Fellow IEEE, 95(4), 704–718. 2007. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2007.892489>

CONGRESO DE COLOMBIA. **Ley 1964/2019.** Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones.

CONGRESSO NACIONAL. **Pesquisa de Matérias.** Disponível em: <https://www.congressonacional.leg.br/materias/pesquisa>. Acesso em 05 jul 2020.

CONSONI, F. L. et al. (2021) **Tendências da mobilidade elétrica na América Latina e ações em curso no Brasil.** In: A Mobilidade Elétrica na América Latina A Mobilidade Elétrica na América Latina Tendências, oportunidades e desafios. Disponível em: http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/03_livro_a_mobilidade_eletrica_na_al.pdf Acesso em 05 set 2021.

CONSONI, F. L. et al. **Estudo de Governança e Políticas Públicas para Veículos Elétricos.** Projeto Sistemas de Propulsão Eficiente – PROMOB-e (Projeto de Cooperação Técnica bilateral entre a Secretaria de Desenvolvimento e Competitividade Industrial – SDCI/MDIC e a Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável (GIZ). Disponível em: <http://www.pnme.org.br/biblioteca/estudo-de-governanca-e-politicas-publicas-para-veiculos-eletricos/>; 2018.

CONSONI, F. L. et al. **Tendências da mobilidade elétrica na América Latina e ações em curso no Brasil.** In: A Mobilidade Elétrica na América Latina A Mobilidade Elétrica na América Latina Tendências, oportunidades e desafios. 2021. Disponível em: http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/03_livro_a_mobilidade_eletrica_na_al.pdf. Acesso em: 7 maio 2022.

CONSONI, F. L., BARASSA, E., MARTINEZ, J., & MORAES, H. B. Roadmap tecnológico para veículos elétricos leves no Brasil. 61 f. Brasília D.F: Promob-e e Ministério da Indústria, Comercio Exterior e Serviços MDIC. 2019.

COPEL. **Eletrovia da Copel dobra número de recargas em 2020 - Copel - Pura Energia**. Disponível em: <https://www.copel.com/site/eletrovia-da-copel-dobra-numero-de-recargas-em-2020/>. Acesso em: 7 maio 2022.

COSTA RICA. **Ley 9518 Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico**, 2018.

COWAN, R.; HULTÉN, S. **Escaping lock-in: The case of the electric vehicle**. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 53, n. 1, p. 61-79, 1996.

CRUZ, R. F. da. **Análise do TCO (Total Cost Ownership) de um Veículo Comercial Leve elétrico considerando a produção local de baterias de Lítio**. 2020. Universidade de São Paulo, 2020.

CURITIBA. **PREFEITURA MUNICIPAL DE Curitiba Com foco em redução de emissões de poluentes**, Prefeitura isenta carros elétricos de EstaR. 2019. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/com-foco-em-reducao-de-emissoes-de-polu-entes-prefeitura-isenta-carros-eletricos-de-estar/53660>. Acesso em 06 jun 2020

DENTON, T. **Veículos Elétricos e Híbridos**. In: BLUCHER (Org.). [S.l.]: SENAI, 2018. p. 216. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=ELqxDwAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>. Acesso em 06 jun 2020

DIÁRIO DE PERNAMBUCO. **Após seis anos, Noronha começa a implantar projeto Carbono Zero**. 2019. Disponível em: <https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2019/06/apos-seis-anos-noronha-comeca-a-implantar-projeto-carbono-zero.html> Acesso em 11 ago 2020.

DIÁRIO DO TRANSPORTE. **Licitação dos ônibus de Campinas vai dividir cidade em dois lotes operacionais** » Diário do Transporte. Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2021/11/22/licitacao-dos-onibus-de-campinas-vai-dividir-cidade-em-dois-lotes-operacionais/>. Acesso em: 28 mar. 2022.

DOSI, G. **Technological paradigms and technological trajectories**. A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, v. 11, n. 3, 1982.

DRIIVZ. **What Is an eMobility Service Provider?** Disponível em: <https://driivz.com/glossary/e-mobility-service-provider/#:~:text=An eMobility Service Provider> (EMSP, or other networks via eRoaming. Acesso em: 11 out. 2021.

ECONOMIA, M. da. **Rota 2030 - Mobilidade e Logística**. Disponível em <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/setor-automotivo/rota-2030-mobilidade-e-logistica>. Acesso em: 11 jul. 2022. 2022.

EDP. **EDP e BMW Group Brasil inauguram maior corredor elétrico da América Latina**. Disponível em: <https://www.edp.com.br/noticias/edp-e-bmw-group-brasil-inauguram-maior-corredor-eletrico-da-america-latina>. Acesso em: 7 maio 2022.

EDP. **EDP firma parceria com Rede Graal para instalação de pontos de carregamento para veículos elétricos** | EDP Brasil. Disponível em: <https://brasil.edp.com/pt-br/edp-firma-parceria-com-rede-graal-para-instalacao-de-pontos-de-carregamento-para-veiculos-eletricos>. Acesso em: 7 maio 2022.

ELECTRONICS BELIEVER. **EV Charging Basic Things and Information You Need to Know**. Disponível em: <http://electronicsbeliever.com/ev-charging-basic-things-and-information-you-need-to-know/>. Acesso em: 5 fev. 2019.

EMDEC. Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas. **Licitação do transporte público coletivo de Campinas**. Disponível em: http://www.emdec.com.br/eficiente/sites/portalemdec/pt-br/site.php?secao=concessao_transporte_publico. Acesso em 14 jul 2020.

EMOTORWERKS. **The Different EV Charging Connector Types**. Disponível em: <https://emotorwerks.com/eu/about/news/blog/552-ev-charging-connector-types>. Acesso em: 16 fev. 2019.

EPE Energia e Empresa de Pesquisa Energética (2019). **Eletromobilidade e Biocombustíveis: Documento de Apoio ao PNE 2050**. Ministério de Minas e Energia, p. 1-39, Rio de Janeiro, RJ. Acesso em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/publicacoes/estudos-do-pne-2050/02-relatorios-epe/17-eletromobilidade-e-biocombustiveis.pdf> Acesso em: 16 fev. 2020.

EPE. (2020) **Balanco Energético Nacional 2020**: Relatório síntese, ano base 2019. Empresa de Pesquisa Energética, p. 73.

ESFERA ENERGIA. **O que é a tarifa binômica e como ela funciona?** Disponível em: <https://esferaenergia.com.br/blog/o-que-tarifa-binomia/>. Acesso em: 21 dez. 2021.

ESTADO PLURINACIONAL DE BOLÍVIA. **Decreto Supremo No. 4539**.

EV SAFE CHARGE. **DC Fast Charging Explained**. Disponível em: <https://evsafecharge.com/dc-fast-charging-explained/>. Acesso em: 21 fev. 2019.

FEDERAL, G. **Decreto No 9.442, de 5 de julho de 2018**. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=9442&ano=2018&ato=8c20TUE9UeZpWTc94#:~:text=Assunto%3A,ENERGIA%20%2C%20ENERGIA%20ELETRICA%20%2C%20COMBUSTIVEL%20>. Acesso em: 15 de agosto de 2022.

FIT for 55: **MEPs back objective of zero emissions for cars and vans in 2035**. European Parliament, 2022. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20220603IPR32129/fit-for-55-meps-back-objective-of-zero-emissions-for-cars-and-vans-in-2035>. Acesso em: 15 de agosto de 2022.

FIÚZA, P. **Apesar de fracasso em experiência de 2016, BH volta a testar ônibus elétrico**. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2020/03/13/apesar-de-fracasso-em-experiencia-de-2016-bh-volta-a-testar-onibus-eletrico.ghtml> Acesso em: 11 jul 2020.

FIUZA, R. da P. et al. **A utilização de etanol em célula a combustível de óxido sólido**. Química Nova, v. 35, n. 8, p. 1635-1643, 2012.

FONTES, F. A. **Sistematização de Iniciativas de Mobilidade Elétrica no Brasil**. 1-52. 2019. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/sdci/promob-e-sistematizacao-de-iniciativas-de-mobilidade-eletrica-no-brasil-2019.pdf> Acesso em: 11 jul 2020.

FORTALEZA. **Prefeitura de Fortaleza apresenta novo programa de ações de coleta seletiva e limpeza urbana para a Capital**. 2019 Disponível em: <https://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/prefeitura-de-fortaleza-apresenta-novo-programa-de-acoes-de-coleta-seletiva-e-limpeza-urbana-para-a-capital>. Acesso em: 11 jul 2020.

FUNDEP. Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa. **Rota 2030: Chamadas Linha V - biocombustíveis, segurança veicular e propulsão alternativa à combustão.** Disponível em: <http://www.fundep.ufmg.br/rota-2030-chamadas-linha-v/>. Acesso em 25 nov. 2020.

GOBIERNO DE COSTA RICA. **Plan Nacional de Descarbonización de Costa Rica 2018-2050.**

GÓMEZ, J., MOJICA, C., KAUL, V., & ISLA, L. **The Incorporation of Electric Cars in Latin America.** 44. 2015.

GWM Brasil. GWM Motors, 2022. **Fábrica em Iracemápolis.** Disponível em: <https://www.gwmmotors.com.br/#/brazil>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

HINICIO; EUROCLIMA; GIZ. **Guía sobre Movilidad Urbana Eléctrica en Uruguay.** 2022.

HUB DE ENERGÍA. **Generación, capacidad y consumo de electricidad de América Latina y el Caribe.** Disponível em: <https://hubenergia.org/index.php/es/indicadores/generacion-capacidad-y-consumo-de-electricidad#>. Acesso em: 25 maio. 2022.

IBERDROLA. **DSO, como transformar o gerenciamento de rede em um modelo mais inteligente?** Disponível em: <https://www.iberdrola.com/inovacao/operadores-de-sistema-de-distribuicao>. Acesso em: 1 nov. 2021.

IBM. **O que é a tecnologia Blockchain?** Disponível em: [https://www.ibm.com/br-pt/topics/what-is-blockchain#:~:text=Definição de blockchain%3A a blockchain,ativos em uma rede empresarial.&text=Uma rede blockchain pode acompanhar,-contas%2C produção e muito mais.](https://www.ibm.com/br-pt/topics/what-is-blockchain#:~:text=Definição%20de%20blockchain%3A%20a%20blockchain,ativos%20em%20uma%20rede%20empresarial.&text=Uma%20rede%20blockchain%20pode%20acompanhar,%20contas%20de%20produção%20e%20muito%20mais.) Acesso em: 2 set. 2021.

ICCT. **The continued transition to electric vehicles in U.S. cities.** 2018. Disponível em: <https://theicct.org/publications/continued-EV-transition-us-cities-2018>. Acesso em: 2 set. 2021.

ICCT. **Analyzing policies to grow the electric vehicle market in European cities.** 2020. Disponível em: <https://theicct.org/publications/electric-vehicle-policies-eu-cities>. Acesso em: 2 set. 2021.

IEA INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Global EV Outlook 2022 Securing supplies for an electric future.** Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022>. Acesso em: 7 maio 2022.

IEA. International Energy Agency. **Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector.** Special Report, IEA, Paris. 2020.

IEA. International Energy Agency. **Energy Technology Perspectives 2020. Special Report on Clean Energy Innovation,** IEA, Paris. 2021.

IEA. International Energy Agency. **Global EV Outlook 2013.** Understanding the Electric Vehicle Landscape to 2020, IEA, Paris. 2013.

INFOMONEY. **DEZ estados do país não têm estações para recarga de carros elétricos; saiba como encontrá-las.** Infomoney, 2022. Disponível em <https://www.infomoney.com.br/consumo/dez-estados-do-pais-nao-tem-estacoes-para-recarga-de-carros-eletricos-saiba-como-encontra-las/>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

INSIDEEVS. **Posto Petrobrás ganha 1o carregador ultrarrápido; rede terá 70 eletropostos.** Disponível em: <https://insideevs.uol.com.br/news/595626/posto-petrobras-recarga-carro-eletrico/>. Acesso em: 9 ago. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE SUSTENTABILIDADE. **A agenda ESG e a mobilidade elétrica.** Disponível em: <https://www.inbs.com.br/a-agenda-esg-e-a-mobilidade-eletrica/>. Acesso em: 10 mar. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE TERRESTRE (INTRANT); BID (BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO). **Plan Estratégico Nacional de Movilidad Eléctrica República Dominicana.** Disponível em: <https://movelatam.org/download/plan-estrategico-nacional-de-movilidad-electrica-republica-dominicana/>. Acesso em: 31 ago. 2021.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). Global EV Outlook 2022 Securing supplies for an electric future. PARI: [s.n.]. Disponível em: <<https://www.iea.org/events/global-ev-outlook-2022>>.

IQAIR. **World Air Quality Report 2021** Region & City PM 2,5 Ranking. Disponível em: <https://www.iqair.com/world-most-polluted-cities/world-air-quality-report-2021-en.pdf>. Acesso em: 4 ago. 2022.

JOTA. **Eletropostos devem ser tributados pelo ICMS ou pelo ISS?** Disponível em: <https://www.jota.info/opiniao-e-analise/artigos/a-tributacao-da-atividade-dos-eletropostos-icms-ou-iss-08072022>. Acesso em: 4 ago. 2022.

LABMOB (LABORATÓRIO DE MOBILIDADE SUSTENTÁVEL). **E-BUS RADAR.** Ônibus Elétricos América Latina.

LACTEC. **PROJETO de P&D em mobilidade elétrica viabiliza primeiro eletroposto do Maranhão.** Lactec, 2021. Disponível em: <https://lactec.org.br/projeto-de-pd-em-mobilidade-eletrica-viabiliza-primeiro-eletroposto-do-maranhao/>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

MARQUES, J. **Rio de Janeiro recebe caminhões de coleta de resíduos 100% elétricos.** Diário do Transporte. Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2019/09/26/rio-de-janeiro-recebe-caminhoes-de-coleta-de-residuos-100-eletricos/>. Acesso em 14 jul 2020.

MARTINS, C. DO N. **Condicionantes da difusão do carro elétrico no Brasil: análise dos fatores institucionais, econômicos e técnicos.** 224. 2015.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE; MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA; MINISTERIO DE TRANSPORTE. **Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica de Colombia,** 2019.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA COSTA RICA; MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES; SECRETARIA DE PLANIFICACIÓN SUBSECTOR ENERGÍA. **Plan Nacional de Transporte Eléctrico Costa Rica** 2018-2030.

MINISTERIO DE DESARROLLO PRODUCTIVO DE ARGENTINA. **Proyecto de Ley de Promoción de la Movilidad Sustentable.** 2021.

MINISTERIO DE ENERGÍA DE CHILE. **Estrategia Nacional de Electromovilidad.** Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1X-Qsjl0BJqnr9W5Yy2avKux7R9213w4Ny/view>. Acesso em 14 jul 2022.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. **Resolución 40223/2021.** Condiciones mínimas de estandarización y de mercado para la implementación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos e híbridos enchufables.

MME (2020) **Plano Nacional de Energia 2050 - PNE 2050.** Ministério de Minas e Energia e Empresa de Pesquisa Energética. Brasília. Acesso em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-2050>

MORAES, H. B. **Cadeia produtiva do veículo elétrico: percepções dos principais atores presentes no Brasil**. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

MORAES, H.B; BARASSA, E; CONSONI, F. L. **Conhecimento Científico E Tecnológico Para O Veículo Elétrico No Brasil: Uma Análise a Partir Das Instituições De Ciência E Tecnologia E Seus Grupos De Pesquisa**. Desafio Online, 4(2), 16. 2016.

MYEV. **EV Terminology**. Disponível em: <https://www.myev.com/research/ev-101/ev-terminology>. Acesso em: 16 fev. 2019.

NEMET, G.F. **Demand-pull, technology-push, and government-led incentives for non-incremental technical change**. Res. Policy 2009,38, 700-709 - 2009,38, 700-709

NEOCHARGE. **Neocharge: Curso carregador de carro elétrico - instalação**. Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/curso/carro-eletrico/instalacao-carregador-infraestrutura>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

NEOENERGIA. **Corredor Verde**. Disponível em: <https://www.neoenergia.com/pt-br/mobilidade-eletrica/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 7 maio 2022.

NEOENERGIA. **Neenergia: Corredor Verde de Mobilidade Elétrica**. Disponível em: <https://www.neoenergia.com/pt-br/mobilidade-eletrica/Paginas/default.aspx>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

NILSSON, M. et al. (2012). **Understanding Policy Coherence: Analytical Framework and Examples of Sector**. Environment Policy Interactions in the EU. Environmental Policy and Governance, vol.22:6, pp. 395-423

NOVO VAREJO. **Empresas brasileiras aceleram eletrificação das frotas**. Disponível em: <https://novovarejo.com.br/empresas-brasileiras-aceleram-eletrificacao-das-frotas/>. Acesso em: 10 mar. 2022.

PACTO GLOBAL. **ESG**. Disponível em: <https://www.pactoglobal.org.br/pg/esg>. Acesso em: 10 mar. 2022.

PERNAMBUCO. **Lei nº 16.810, de 7 de janeiro de 2020**. Veda o ingresso, circulação e permanência de veículos a combustão, no âmbito do Distrito Estadual de Fernando de Noronha, 2020. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=48650>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

PLUG&GO. **Plug and go: mais que um projeto: uma revolução**. Disponível em: <https://plugandgo.com.br/>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

PNME. **1º Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica**. [S.l: s.n.], 2021. Disponível em: <https://www.pnme.org.br/biblioteca/1o-anuario-brasileiro-da-mobilidade-eletrica/>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

PNME. Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica. (2020). **Quem faz a PNME?** Disponível em: <http://www.pnme.org.br/quem-somos/>. Acesso em: 14 de julho de 2020.

PODPOINT. **Electric Vehicle Dictionary**. Disponível em: <https://pod-point.com/guides/driver/ev-dictionary>. Acesso em: 16 fev. 2019.

PORTAL MOVILIDAD. ASOMOVE: "Necesitamos que el reglamento de incentivos a vehículos eléctricos salga cuanto antes".

PORTAL MOVILIDAD. Es oficial: Gobierno lanza plan de buses eléctricos para Metrobús en CDMX.

PORTAL MOVILIDAD. Incertidumbre sobre el proyecto de ley de incentivos para vehículos eléctricos en República Dominicana.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). **Movilidad Eléctrica**. Avances en América Latina y el Caribe 4ta edición.

RAÍZEN. **Raízen investe na Tupinambá Energia**. Raízen, 2022. Disponível em: <https://www.raizen.com.br/sala-de-imprensa/raizen-investe-na-tupinamba-energia>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

RAÍZEN. Raízen. **ELETROMOBILIDADE**. Disponível em: <https://www.raizen.com.br/nossos-negocios/renovaveis>. Acesso em 15 de agosto de 2022

RIBEIRO, R. L. **Prefeitura inicia serviço de carros elétricos compartilhados. Prefeitura de São José dos Campos**. Secretaria de Mobilidade Urbana. Disponível em: <https://www.sjc.sp.gov.br/noticias/2019/dezembro/13/prefeitura-inicia-servico-de-carros-eletricos-compartilhados/>. Acesso em: 01 ago 2020.

RIBEIRO, R. L. **S.J. dos Campos (SP) anuncia VLP elétrico para 2021**. Disponível em: <https://www.mobilize.org.br/noticias/12253/sj-dos-campos-sp-anuncia-vlp-eletrico-para-2021.html>. Acesso em: 01 ago 2020.

SALVADOR. Prefeitura de Salvador. (2020). BRT vai reduzir emissão de gases poluentes em Salvador. Disponível em: <http://brt.salvador.ba.gov.br/?p=419>. Acesso em 20 set 2020.

SAÚDE, M. DA. **Mortes devido à poluição aumentam 14% em dez anos no Brasil**. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/45500-mortes-devido-a-poluicao-aumentam-14-em-dez-anos-no-brasil>. Acesso em 13 de setembro de 2020.

SCHUH, G., SCHENK, L. & SCHOLZ, P. **Use Cases for Fuel Cells in the Commercial Vehicle Sector**. MTZ Worldw 83, 16–23. 2022. <https://doi.org/10.1007/s38313-021-0760-x>

SISTEMA DE INFORMACIÓN ENERGÉTICA DE LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE SIELAC-OLADE. **Emissiones de CO2 América Latina y el Caribe 2020**.

SLOCAT (PARTNERSHIP ON SUSTAINABLE LOW CARBON TRANSPORT). **Estrategias Climáticas para el Transporte en América Latina y el Caribe**.

SLOCAT (PARTNERSHIP ON SUSTAINABLE LOW CARBON TRANSPORT). **Estrategias Climáticas para el Transporte en América Latina y el Caribe**. Disponível em: <https://slocat.net/wp-content/uploads/2022/05/LAC-NDC-LTS-transport-infographic.pdf>. Acesso em: 20 set. 2021.

THE WORLD BANK. **Urban population (% of total population)** | Data. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?view=chart>. Acesso em: 20 set. 2021.

TRANSMILENIO. **Estadísticas de oferta y demanda del Sistema Integrado de Transporte Público SITP**. Disponível em: <https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/149180/estadisticas-de-oferta-y-demanda-del-sistema-integrado-de-transporte-publico-sitp/>. Acesso em: 30 jun. 2022.

TRANSMILENIO. **Planificación e implementación de la Flota Eléctrica en el Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá.** Componente Zonal. Disponível em: <https://ledslac.org/wp-content/uploads/2020/10/Dia-3-Presentacion-Bogota.pdf>. Acesso em: 6 set. 2021.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE GOIÁS. **IRREGULARIDADES em edital levam TCE-GO a suspender licitação da Metrobus para aluguel de ônibus elétricos.** Disponível em: <https://portal.tce.go.gov.br/-/irregularidades-em-edital-levam-tce-go-a-suspender-licitacao-da-metrobus-para-aluguel-de-onibus-eletricos>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

TUMI E-BUS MISSION. **Transformative Urban Mobility Initiative (TUMI).** Disponível em: <https://www.transformative-mobility.org/campaigns/tumi-e-bus-mission>. Acesso em: 14 ago. 2022.

U.S GEOLOGICAL SURVEY. Mineral Commodity Summaries 2022. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf>. Acesso em: 25 maio. 2022.

UNRUH, G. C. **Escaping carbon lock-in.** Energy Policy, v. 30, n. 4, p. 317-325, 2002.

VAMO (2020). **Projeto VAMO Fortaleza.** Disponível em: <http://www.vamofortaleza.com/>. Acesso em 16 set 2020.

VIBRA **firma parceria com startup de eletromobilidade Easy Volt (EZVolt).** Vibra, 2022. Disponível em: <https://www.vibraenergia.com.br/sites/default/files/2022-02/release-vibra-firma-parceria-com-startup-de-eletromobilidade-easy-volt-EZVolt.pdf>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

VIBRA **investe em rede de eletropostos ultrarrápidos para recarga elétrica.** Vibra, 2022. Disponível em: <https://www.vibraenergia.com.br/sites/default/files/2022-07/release-vibra-investe-rede-eletropostos-ultrarrapidos-recarga-eletrica.pdf>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION). **Ambient (outdoor) air pollution.** Disponível em: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health). Acesso em 15 de agosto de 2022.

WORLD BANK. **Latin America Clean Bus in LAC.** Lessons from Chile's Experience with E-mobility, 2020.

ZACHO, R. **O que é Marketplace?** – veja as vantagens e desvantagens. Disponível em: <https://www.ecommercebrasil.com.br/artigos/marketplace-vantagens-e-desvantagens/>. Acesso em: 21 fev. 2021.

ZLETRIC. Zletric: **Zletric, 99 e outras seis empresas lançam a Aliança pela Mobilidade Sustentável.** Disponível em: <https://www.zletric.com.br/post/zletric-99-e-outras-sete-empresas-lancam-a-alianca-pela-mobilidade-sustentavel>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

Agradecimentos aos entrevistados

Nós, autores deste trabalho, agradecemos enormemente a participação, engajamento e cooperação de todos os atores que gentilmente aceitaram participar das entrevistas do projeto para coleta de dados primários.

Graças a vocês, conseguimos desenvolver o conteúdo que se expôs e percorreu ao longo desta publicação. Certamente, os resultados alcançados só foram possíveis a partir de vossos apontamentos!

Aproveitamos também para agradecer aos mais de 70 especialistas da ABVE, PNME e outros que responderam ao questionário on-line destinado à elaboração dos cenários (futuros) sobre a mobilidade elétrica. Suas colaborações foram essenciais para o desenvolvimento dos cenários prospectivos!

Esperamos que tenham compartilhado dessa boa jornada e que tenham experimentado, também, aprendizados incríveis!

Lista de Participantes das Entrevistas (em ordem alfabética)







Entrevistado	Instituição
Adalberto Maluf	Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE)
Adriano Castro	Renault
Aline Kirsten	UFSC
Andre Polatschek Rodrigues	CPFL
Andrés Barentin	ALAMOS e AVEC Chile
Argel Franceschini	Volkswagen
Asociados Abracei (Rogerio Markiewicz Zeno Nadal, Marcus Macedo, Ricardo Bovo, Thiago Garcia, Rodrigo de Almeida, Diogo Seixas)	Abracei
Bruno Henrique dos Santos	Secretaria de Proteção ao Cidadão
Cristiano Façanha	CALSTART
Davi Bertoncello	Tupinambá
Eloir Pagnan	WEG
Fernando Araldi	Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR)
Guilherme Cavalcanti	UCORP
Gustavo Tannure	EZvolt

Henry Joseph Junior	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA)
Jamyl Jarrus	Movida
Jean Paul Zalaquett	ENEL X Way, Latin America.
Jonas Rabello	JBS/No Carbon
Junior Miranda	GreenV
Leonardo Lorentz	Carbono Zero
Lilian Primo Albuquerque	Moby
Liseth Cháves	Ministério de Minas e Energia (Colômbia)
Luis Alberth Barrera	Consultor Prefeitura de Bogotá.
Luis Fernando López	SENA (Colômbia)
Luiz Paulo Bresciane	Assessor técnico do Sindicato dos Metalúrgicos do ABC e do Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE)
Madson Cortes	UNICAMP
Margarete Gandini	Ministério da Economia (ME)
Marlon Arraes	Ministério de Minas e Energia (MME)
Pedro Bentancourt	GWM
Renan Antonelli	EasyCar
Roberto Braun	Toyota
Saulo Marquezine	BMW
Sebastián Galarza	Centro Mario Molina de Chile
Sergio Hinestrosa e Cristóbal Samudio	ENSA (Panamá)
Víctor Córdoba	Green Móvil (Colômbia)
Wagner Setti, Guilherme Guelfi e Gabor Deák	Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (SINDIPEÇAS)

Glossário

O objetivo deste glossário é apresentar e definir os principais termos, conceitos e tecnologias que foram discutidas e abordadas na obra.

ARQUITETURAS VEICULARES	
TERMO	SIGNIFICADO
Veículo elétrico (VE)	Termo genérico para BEVs, PHEVs e REX, mas frequentemente usado para se referir a veículos elétricos puros, ou seja, BEVs.
Veículo elétrico a bateria (VEB) ou puramente elétrico	Veículo com propulsão elétrica dedicada, cuja fonte energética provém da eletricidade, armazenada em uma bateria interna.
Veículo elétrico com <i>range extender</i> (REX)	Um VEH que tem tração dedicada elétrica, mas demonstra um pequeno MCI para carregar a bateria quando sua carga se aproxima do esgotamento.
Veículo elétrico híbrido <i>plug-in</i> (VEHPs)	Veículo com a combinação de motor a combustão interna e motor elétrico para tração, permitindo a condução elétrica pura ou alcance estendido de uma combinação do motor a gasolina e motor elétrico. Sua bateria tanto pode ser alimentada por uma fonte interna com um motor-gerador situado a bordo do veículo, quanto por fonte externa junto à rede elétrica.
Veículo <i>plug-in</i>	Um termo geral para qualquer veículo com tomada de corrente, incluindo VEBs e VEHPs.
TECNOLOGIAS ESPECÍFICAS DA MOBILIDADE ELÉTRICA	
TERMO	SIGNIFICADO
Bateria	Dispositivo que acumula energia e, por meio de reações eletroquímicas entre seus elementos (oxidorredução), produz corrente elétrica.
Frenagem regenerativa	Processo no qual a energia cinética do veículo, que seria dissipada na forma de calor através do sistema de freio mecânico, é capturada e convertida em energia elétrica através do motor de tração, atuando como gerador, e por fim sendo armazenada no acumulador de energia embarcado (bateria).
Inversor	Circuito eletrônico que converte corrente contínua para corrente alternada.
Motor elétrico	Máquina elétrica que transforma energia elétrica em mecânica.

Sistema de gerenciamento de bateria (BMS)	Sistema eletrônico (<i>hardware + software</i>) que gerencia os parâmetros de funcionamento de conjuntos de baterias, como estado de carga, “saúde” da bateria, limites máximo e mínimo de energia, e temperatura, controlando o fluxo de corrente elétrica que entra e sai das baterias.
Supercapacitor	Armazenador de cargas elétricas que possui altos valores de capacitância, mas menores limites de tensão.
TIPOS DE CONECTORES DE RECARGA	
TERMO	SIGNIFICADO
CHAdemo 	Tem o nome oriundo da abreviação de “CHArge de Move”, equivalente à “carga em movimento”. Conector redondo de quatro pinos, usado, predominantemente, para pontos de carregamento rápido e é compatível com VE fabricados por marcas japonesas, como a Mitsubishi e a Nissan.
GB/T (AC) 	Padrão de conector chinês, similar ao Tipo 2 (europeu), utilizado para recargas nível 1 e 2 (CA).
GB/T (CC) 	Padrão de conector chinês, destinado à recargas em CC.
Sistema de carregamento combinado Tipo 1 (CCS) 	Padronizado pela SAE, este conector combina dois pinos DC dispostos abaixo do conector CA Tipo 1, o qual usa 3 pinos.
Sistema de carregamento combinado Tipo 2 (CCS2) 	Padronizado pela UE, este conector combina dois pinos DC dispostos abaixo do conector CA Tipo 2, o qual usa 3 pinos.
Tesla 	Padrão proprietário de conector, homônimo ao fabricante, com 5 pinos, único para todos os veículos comercializados pela Tesla, exceto no mercado europeu, e que possibilita recargas tanto em DC e AC.

Tipo 1 (SAE ou J1772)

Um conector de cinco pinos que também possui um *clip*, este conector é comum nos EUA e é normalmente encontrado em VE fabricados por marcas asiáticas e americanas.

Tipo 2 (ou Mennekes)

Um conector de sete pinos com uma borda plana. Originalmente preferido por marcas europeias, por exemplo, BMW, grupo VW, tem se tornado o mais popular na maioria dos VEs no Brasil. Pode transportar energia trifásica e apresenta trava de segurança no soquete de carregamento.

CONCEITOS-CHAVES

TERMO	SIGNIFICADO
AC (<i>alternated current</i>) Corrente alternada (CA) (Tradução nossa)	Tipo de corrente elétrica que tem sua polaridade invertida em intervalos regulares.
Carregamento em rota	Normalmente, o carregamento em trânsito requer carregadores rápidos de alta potência, que proporcionam mais de 100 quilômetros de autonomia no VE, abastecidos no tempo dispendido para tomar um café e um lanche, por exemplo.
Carregamento fora de casa	A prática de carregar seu veículo elétrico sempre que estacionar enquanto estiver fora, fazendo uso do tempo que seu carro não está em uso para adicionar carga à sua bateria. Isso ajuda a evitar ‘ansiedade de recarga’.
CPO (<i>Charge Point Operator</i>) Operador do Ponto de Recarga (Tradução nossa)	Trata-se do responsável por garantir a operação e o funcionamento da estação de recarga, tanto em relação aos requisitos de <i>hardware</i> quanto de <i>software</i> , e às tecnologias de suporte.
DC (<i>direct current</i>) Corrente contínua (CC) (Tradução nossa)	definida, com fluxo de energia de sentido constante.
DSO (<i>Distribution System Operator</i>) Operador do Sistema de Distribuição (Tradução nossa)	O DSO é responsável por gerenciar e distribuir a energia a partir da geração até o usuário final. Neste caso, há a necessidade de digitalização dos processos, uso da automação e de medidores inteligentes, além de inteligência de dados. Isso proporciona a possibilidade de leitura bidirecional do fluxo de energia para as funções do V2X.
Eletroposto	Artefato tecnológico responsável por fazer a conexão do VE à rede elétrica para recarga e fornecer energia nas condições necessárias ao sistema do veículo.

eMSP (eMobility Service Provider)	Responsável por fornecer plataformas digitais para gestão de recarga e acompanhamento de parâmetros de operação dos veículos. Pode fornecer acesso a estações de recarga em sua rede ou outras redes via serviços de <i>eRoaming</i> e interoperabilidade.
Estação de recarga	Infraestrutura física que fornece eletroposto para carregar um veículo elétrico (VEB e VEHP) e está conectado à rede elétrica. Também chamado de <i>electric vehicle supply equipment (EVSE)</i> .
Home charging Recarga doméstica (Tradução nossa)	Ato de carregar o carro elétrico enquanto ele está estacionado em casa, normalmente durante a noite. Pode ser realizada com o carregador que acompanha o veículo em tomada convencional residencial (aproximadamente 3,2 kW) ou através de carregador doméstico instalado em casa (até 22 kW).
Interoperabilidade	Capacidade dos sistemas e plataformas de eletropostos trabalharem em conjunto com protocolos transparentes para garantir que os usuários possam acessar as diferentes redes de estações de recarga, sem a necessidade de contratos bilaterais com cada operador.
Plataforma digital para recarga a partir de aplicativo	Fazer o evento de recarga sem os cartões RFID, usando um aplicativo de celular no seu lugar para encontrar um ponto de carregamento e iniciar o evento de recarga.
Padrão RFID	Usando a mesma tecnologia usada em cartões de viagem de transporte público, esses cartões são usados para habilitar e autorizar o evento de recarga em estações.
Pagamento sem contato	Disponível em alguns carregadores rápidos, é possível iniciar e pagar a sua sessão de cobrança com o toque do seu cartão de crédito/débito sem contato com o eletroposto.
Prosumer Prosumidor (Tradução nossa)	Trata-se da conjugação das palavras produtor e consumidor. Implica naquele indivíduo ou instituição que tanto pode consumir energia, quanto produzir energia, a partir de microgeradores instalados em sua propriedade, normalmente, relacionados à energia solar fotovoltaica. Essa energia pode ser utilizada para abastecimento do próprio <i>prosumer</i> , ou ser injetada na rede local, a depender das possibilidades do sistema.
Quilowatt-hora (kWh)	Unidade de energia elétrica equivalente a mil watts de potência transferidos em uma hora. É a métrica utilizada tanto para capacidade de armazenamento

	de energia, quanto para capacidade de produção de energia.
Range anxiety Ansiedade por recarga (Tradução nossa)	Refere-se à sensação de medo/receio, por parte do usuário, ao estar dirigindo um veículo elétrico e ficar sem energia na bateria no decorrer de seu traslado. Esse medo pode ser mitigado com disponibilidade de pontos de recarga em estacionamentos, em condomínios, empresas, supermercados, <i>shoppings centers</i> , postos de combustível etc.
Recarga lenta ou nível 1 (doméstica)	Situada na faixa de 2.2 a 3.7 kW, por meio de CA, sem comunicação entre o sistema do veículo e a rede.
Recarga rápida CA ou Fast Charge CA	Recarga situada a partir da potência de 43 kW, por meio de CA, estabelece comunicação entre a rede e o veículo por meio de protocolo CAN ou PLC.
Recarga rápida CC ou Fast Charge DC ou Ultra Fast Charge DC	Recarga realizada a partir de 50 kW, por meio de CC, podendo chegar para além de 250 kW e realizando comunicação entre a rede e o veículo por meio de protocolo CAN ou PLC.
Recarga semirrápida ou nível 2	Situada na faixa de 7 a 22 kW, por meio de CA, estabelece comunicação entre a rede e o veículo por meio de protocolo CAN ou PLC.
Smart charging Recarga inteligente (Tradução nossa)	Termo abrangente para um conjunto de funções que um eletroposto conectado à rede <i>Wi-Fi</i> pode executar. Normalmente, isso se refere ao desempenho de funções relacionadas ao balanceamento de carga e monitoramento/gerenciamento de energia, otimizando a recarga do VE em períodos de menor cobrança e demanda energética da rede.
Smart Metering Medição inteligente (Tradução nossa)	A medição inteligente é realizada a partir de um medidor eletrônico conectado que faz a leitura de informações de consumo de energia. Esses dados de leitura podem ser utilizados na diferenciação tarifária e outras possibilidades do <i>smart charging</i> .
Tarifa Binômia	Segundo Resolução da ANEEL, a tarifa binômia é a “tarifa de fornecimento de energia elétrica constituída por valores monetários aplicáveis ao consumo de energia elétrica ativa e à demanda faturável”. Em outros termos, os grandes consumidores de energia pagam para ter garantida a infraestrutura necessária para atender à demanda de potência de sua unidade consumidora.
Vehicle to Building (V2B) Veículo para Edifício	Sistema no qual o veículo elétrico está sendo usado para atender à demanda de eletricidade de um

(Tradução nossa)	edifício qualquer, residencial ou comercial, que pode demandar eletricidade a partir da bateria instalada no VE.
Vehicle to Grid (V2G) Veículo à rede (Tradução nossa)	Tecnologia na qual o Veículo Elétrico a Bateria ou o Veículo Elétrico Híbrido <i>Plug-in</i> é conectado à rede elétrica para fornecer ou obter eletricidade, levando em consideração a demanda energética local e o horário do dia (pico).
Vehicle to home (V2H) Veículo para casa (Tradução nossa)	Sistema no qual o veículo elétrico está sendo usado para atender à demanda de eletricidade de uma casa, a qual pode demandar eletricidade a partir da bateria instalada no VE.
Vehicle to vehicle (V2V) Veículo para Veículo (Tradução nossa)	Uma tecnologia na qual um veículo elétrico é conectado a outro veículo elétrico para transferir ou receber eletricidade, ou fornecer informações relacionadas a condições diversas de tráfego e trânsito.
Vehicle to Everything (V2X) Veículo para tudo (Tradução nossa)	Sigla que sintetiza os significados de <i>Vehicle to Building (V2B)</i> , <i>Vehicle to Grid (V2G)</i> , <i>Vehicle to home (V2H)</i> , e <i>Vehicle to vehicle (V2V)</i> .
CONCEITOS RELACIONADOS	
Blockchain	Rede de negócios rastreável, utilizando um livro-razão compartilhado e imutável, que permite aos usuários o registro das operações, que se tornam mais seguras e de menor custo.
Cross selling Venda Cruzada (Tradução nossa)	Estratégia de vendas na qual é oferecido ao cliente produtos ou serviços complementares ao que ele está adquirindo.
Market Place	É um modelo de negócio que reúne várias marcas e lojas em um só espaço virtual, aumentando a visibilidade dos produtos e serviços oferecidos.
Sandbox Regulatório	Permissão para instituições testarem produtos ou serviços inovadores com clientes reais, e com possibilidade de requisitos regulatórios específicos.
Retrofit	Processo de ajustes e modernização de equipamentos que estejam ultrapassados ou não contemplem mais as normas de utilização.

Fonte: elaborado própria a partir de Denton (2017); Barassa (2019); Electronics Believer (2019); Emotorwerks (2019); Ev Safe Charge (2019); Myev (2019); Podpoint (2019), (ZACHO, 2017; BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2021; DRIIVZ, 2021; ESFERA ENERGIA, 2021; IBERDROLA, 2021; IBM, 2021).

