



## **Ecossistema da Mobilidade Elétrica no Brasil: Panorama atual e novas oportunidades**

Luiza Masseno Leal<sup>1</sup>

Vinicius Jose Braz da Costa<sup>2</sup>

Leonardo Gonçalves<sup>3</sup>

João Pedro Gomes<sup>4</sup>

### **1. Introdução**

Nos últimos anos, observam-se a intensificação dos debates e o estabelecimento de acordos para o cumprimento de metas de descarbonização de diferentes setores econômicos tradicionalmente poluidores, como é o caso do setor de transportes. Estes setores são responsáveis pelo agravamento das mudanças climáticas, bem como pela deterioração da qualidade do ar nos principais centros urbanos. Segundo dados da *International Energy Agency (IEA)*, o setor de transportes foi responsável por cerca de 23% do total de emissões mundiais de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), sendo o modal de transporte rodoviário o mais poluente (IEA, 2021).

O setor de transportes é responsável, ainda, pelo aumento da dependência energética dos países. Verificam-se, em muitos deles, preocupações acerca de dificuldades ou barreiras no fornecimento e da variabilidade de preço das fontes energéticas de origem fóssil. Desta forma, países altamente dependentes da importação desses combustíveis intensificam a busca por diferentes alternativas energéticas, como a mobilidade elétrica (ME).

---

<sup>1</sup> Pesquisadora Associada do Grupo de Estudos do Setor Elétrico da Universidade Federal do Rio de Janeiro (GESEL/UFRJ).

<sup>2</sup> Pesquisador Júnior do GESEL/UFRJ.

<sup>3</sup> Pesquisador Júnior do GESEL/UFRJ.

<sup>4</sup> Pesquisador Júnior do GESEL/UFRJ.

Além da maior sustentabilidade ambiental e segurança energética, o aproveitamento de oportunidades econômicas, com a criação e a consolidação de novas cadeias produtivas, constitui um fator de destaque para o planejamento estratégico de diversos países interessados na ME. De acordo com ICCT (2021), cerca de 16 governos nacionais e subnacionais estabeleceram metas públicas de eliminação da venda ou do registro de novos veículos à combustão interna no período de 2025 a 2040.

Deste modo, nota-se uma evolução crescente nas vendas de veículos elétricos (VEs) no panorama internacional, com destaque para Europa, China e Estados Unidos. A América Latina, por sua vez, também já se posiciona com a introdução dos VEs em diferentes nichos de mercado, com destaque para os ônibus elétricos e veículos leves comerciais. Os VEs apresentam algumas vantagens, dentre as quais se destacam: i) zero emissões de ruído; ii) zero emissões de escape; iii) maior eficiência energética; iv) redução de custos operacionais e de manutenção; e v) redução das emissões totais, ou seja, segundo Bieker (2021), suas emissões em todo o ciclo de vida são significativamente mais baixas em relação aos veículos movidos à gasolina ou diesel.

Diante desta disrupção tecnológica, este artigo visa contribuir com o mapeamento e a análise do ecossistema da ME no Brasil. Em um primeiro momento, analisa-se o panorama do ecossistema de ME, principais iniciativas e políticas públicas no país. Posteriormente, busca-se avaliar as principais motivações e oportunidades no país.

## **2. Ecossistema da Mobilidade Elétrica no Brasil**

De acordo com o 1º Anuário sobre Mobilidade Elétrica, desenvolvido pela Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica (PNME), o ecossistema da ME pode ser interpretado de acordo com a perspectiva dos sistemas de inovação. Os sistemas de inovação são caracterizados por uma rede de instituições dos setores público e privado cujas atividades e interações geram, adotam, importam, modificam e difundem novas tecnologias. Deste modo, o ecossistema da ME apresenta diversas esferas e o Quadro 1 busca sintetizá-las (BARASSA *et al.*, 2021).

### **Quadro 1: Definições das esferas do ecossistema da ME no Brasil**

CATEGORIA	CARACTERÍSTICAS
<b>Montadoras</b>	As montadoras compõem o sistema industrial, em conjunto com as empresas de autopeças e seus colaboradores. Estas empresas coordenam a cadeia produtiva dos veículos.
<b>Componentes</b>	Os componentes complementam o quadro da cadeia produtiva com as montadoras. No contexto brasileiro, destacam-se empresas de origem de capital nacional e estrangeiro, com competências para o desenvolvimento de acumuladores (baterias), assim como componentes do <i>powertrain</i> (motores elétricos) e de soluções de infraestrutura de recarga.
<b>Setor Elétrico</b>	O Setor Elétrico concentra as ações mais robustas e consolidadas para a mobilidade elétrica no Brasil. Seus projetos são destaque no cenário nacional e o Setor atua como fornecedor de energia elétrica, essencial para o abastecimento dos veículos.
<b>Educação e Sistema de Pesquisa</b>	Formado por iniciativas em Universidades, Institutos de Pesquisa ou outros Centros de Ensino e Pesquisa que desenvolvem treinamento e capacitação de recursos humanos e produzem novos conhecimentos científicos e tecnológicos para a mobilidade elétrica.
<b>Governo e Agências Regulatórias</b>	Multiescalar, em nível federal, estadual e municipal, o ambiente político define principalmente políticas fiscais, de mudanças climáticas, de suporte a P&D, de articulação de atores, de suporte industrial e de regulação do setor.
<b>Ambiente de Fomento e Inovação</b>	A inovação é representada por agências como ABDI, EMBRAPPII, e as Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs). Há, também, as principais financiadoras do processo inovativo (BNDES e FINEP) e as entidades que protegem as invenções, como o INPI.
<b>Startups</b>	<i>Startups</i> são empresas de base tecnológica que estão desenvolvendo algum nicho específico e aproveitando as fendas que se abriam para a introdução de novos produtos e modelos de negócios no campo dos VEs.
<b>Associações de Classe</b>	As associações de classe são importantes na aglutinação dos diferentes atores, organizando debates e ações conjuntas de seus associados, especialmente voltadas para a promoção da mobilidade elétrica. Constituem o papel das organizações e sociedade civil, com a habilidade em engajar-se em torno da mudança tecnológica pró-mobilidade elétrica. Exemplos dessas organizações são ABVE, ANFAVEA, ABRAVEI e SINDIPEÇAS.

Fonte: Elaboração própria, a partir de Barassa *et al.* (2021).

Apesar de os VEs serem mais simples em termos mecânicos, a sua cadeia de produção envolve uma relação entre diversas atividades e atores, bem como uma série de transformações. Vale ressaltar ainda a importância do processo de extração das

matérias-primas, principalmente dos minerais utilizados na produção das baterias, os quais devem apresentar um aumento de demanda exponencial de mercado. De acordo com Leal *et al.* (2021), a reciclagem de baterias dos VEs é um segmento ainda em desenvolvimento e pesquisa e que se mostra como essencial para o estabelecimento de uma cadeia de valor ambientalmente e economicamente sustentável para a ME.

Os fornecedores de infraestrutura de recarga, soluções e serviços, assim como empresas do setor elétrico possuem um papel fundamental para o atendimento aos clientes interessados na ME. A academia e os centros de pesquisa buscam, principalmente, o treinamento e a capacitação de recursos humanos, a implementação de projetos de P&D e o avanço no conhecimento científico e tecnológico para a ME. A atuação governamental, por sua vez, torna-se essencial para o estabelecimento de políticas de promoção à ME.

Em suma, percebe-se que a introdução desta nova tecnologia envolve uma gama multisetorial de atores interessados e fundamentais para a implementação e a difusão da inovação. Neste sentido, o desenvolvimento da ME implica em grandes transformações do parque industrial e no estabelecimento de parcerias estratégicas entre os atores envolvidos.

## **2.1. Iniciativas e Políticas Públicas para a Mobilidade Elétrica**

As iniciativas de desenvolvimento da mobilidade elétrica no país se apresentam nas esferas pública e privada. Na esfera privada, destaca-se a tendência da eletrificação das frotas comerciais, que é motivada, em parte, pela busca de melhorias nos indicadores de sustentabilidade ambiental, e pelo aproveitamento de vantagens econômicas no âmbito operacional. Os VEs podem atender com eficiência diversos tipos de operações logísticas em centros urbanos, já que, nestes casos, a autonomia oferecida pelo veículo é suficiente para os roteiros planejados.

O Quadro 2 apresenta exemplos de empresas e conglomerados que anunciaram a incorporação de VEs em suas frotas comerciais e o estabelecimento de metas para sua eletrificação.

### **Quadro 2: Exemplos de anúncios de eletrificação de frotas comerciais, em 2021**

<b>Empresa</b>	<b>Número de VEs</b>	<b>Planos de Eletrificação</b>	<b>Atividade</b>
Nestlé	43 unidades (2022)	100% da frota, em 2050.	Toda a sua operação logística
Ambev	100 unidades Volkswagen <i>e-Delivey</i> e a empresa planeja adquirir um total de 1.600 <i>e-Delivery</i> , até 2025	35% da frota, em 2023	Entrega de bebidas nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro
Boticário	14 unidades (2021)	100% das entregas nas capitais, em 2025	Entregas na cidade de São Paulo e na sua região metropolitana
DHL	25 unidades (2021) e negocia a aquisição de mais 200 unidades	Meta de 60% da frota eletrificada	Distribuição urbana
Via	10 unidades (2021), com o planejamento de dobrar o número em pouco tempo	A inclusão de veículos elétricos integra a meta de reduzir as emissões de carbono da empresa até 2025	Entregas na cidade de São Paulo
Coca-Cola	20 caminhões <i>e-Delivery</i>	-	-
Lojas Americanas	80 utilitários, 150 <i>tuk-tuks</i> , 170 bicicletas comuns e elétricas. Até dezembro de 2021, chegarão outros 100 automóveis	A companhia previa encerrar 2021 com uma frota "ecoficiente" de mais de 500 veículos	Transporte de carga e entregas nas áreas metropolitanas de São Paulo, em Campinas e em Ribeirão Preto, além da cidade do Rio de Janeiro
Mercado Livre	51 unidades	-	Entregas urbanas
Pão de Açúcar	Até o fim de 2021, a empresa espera ter 10 unidades em circulação	-	Entregas das compras realizadas pelo <i>e-commerce</i> do grupo, nas cidades de São Paulo e do Rio de Janeiro
CPFL	11 unidades (2021)	Serão disponibilizados, no total, 21 veículos entre operacionais e administrativos até o término do projeto	Todos os serviços diários da companhia
Isa Cteep	Projeto para trocar 40 veículos leves da frota administrativa da empresa por veículos elétricos	Durante um ano, será analisada a eficiência do veículo para, então, trocar os demais carros, o que deve acontecer até 2023	Atividades administrativas
Reiter Log	5 unidades da JAC Motors	-	Operação de distribuição urbana

FedEx	5 furgões elétricos	-	Entregas urbanas
-------	---------------------	---	------------------

Fonte: GESEL (2021).

No âmbito das políticas públicas direcionadas à ME, verifica-se que, em 2017, o Governo Federal instituiu o Grupo de Trabalho 7 - Híbridos e Elétricos (GT7), com o objetivo de estabelecer um plano nacional para o desenvolvimento da ME, através da participação e do diálogo entre setores e instituições. Percebeu-se, a partir desse momento, uma janela de oportunidade para o desenvolvimento de ações organizadas, direcionadas à possibilidade de difusão das competências tecnológicas dentro do segmento da ME do país (BARASSA *et al.*, 2021). Neste sentido, cita-se a ação da Cooperação Técnica Brasil-Alemanha para o Desenvolvimento Sustentável, realizada por encargo da GIZ, que desenvolve a iniciativa Profissionais para Energias do Futuro e a Plataforma Nacional da Mobilidade Elétrica.

Os projetos realizados por empresas do Setor Elétrico no âmbito do Programa de P&D da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) são destaque em todo o país. O Programa de P&D da ANEEL visa promover a cultura da inovação, de modo a estimular a pesquisa e o desenvolvimento no Setor Elétrico Brasileiro, partindo desde a criação de equipamentos até a aprimoração da prestação de serviços que contribuam para a segurança do fornecimento de energia elétrica, para a modicidade tarifária e para a diminuição do impacto ambiental do setor e da dependência tecnológica do país.

Os projetos aprovados na Chamada Estratégica em Mobilidade Elétrica nº 22, “Desenvolvimento de Soluções em Mobilidade Elétrica Eficiente”, de 2019, tem como finalidades (i) avaliar a viabilidade técnica e econômica dessas inovações, (ii) criar negócios futuros e acumular conhecimentos e competências locais para o desenvolvimento de produtos e serviços nacionais, (iii) formar redes e novos arranjos de produção e (iv) propor políticas e inovações regulatórias no âmbito da ME.

Outra importante iniciativa direcionada à promoção da ME é o “Rota 2030”. Este programa teve início em 2018, com o objetivo principal de apoiar o desenvolvimento tecnológico, a competitividade, a inovação, a segurança veicular, a proteção ao meio ambiente, a eficiência energética e a qualidade de automóveis, caminhões, ônibus, chassis com motor e autopeças. O “Rota 2030” possui uma duração prevista de 15 anos, com três ciclos de desenvolvimento.

Apesar de os VEs nos últimos anos apresentarem uma redução em seu custo inicial de aquisição, este ainda é significativamente mais elevado em comparação aos veículos tradicionais. Neste sentido, algumas políticas fiscais direcionadas à ME ainda se fazem necessárias, como reduções e isenções fiscais, incluindo a redução de Impostos sobre Produtos Industrializados (IPI) e a isenção e redução da alíquota do Imposto de Importação (II). No âmbito estadual, alguns governos também têm implementado incentivos fiscais, a partir da isenção total ou parcial do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA).

Em relação à política de financiamento direcionada à ME, destaca-se o Programa de Eletromobilidade do BNDES iniciado em 2020, cuja finalidade é fornecer recursos para o ecossistema inovador desta nova tecnologia. O plano utiliza o conceito de conteúdo local e requer um conteúdo mínimo para conceder crédito. Os dois principais objetivos do plano constituem em financiar o ecossistema da ME, com foco nas montadoras e empresas de componentes interessadas em produzir VEs no país, e financiar companhias que queiram adquirir os veículos, como frotas corporativas ou de tráfego urbano.

As políticas de circulação em centros urbanos estão fortemente presentes nos países líderes na ME e incluem metas de descarbonização de frotas públicas, a criação das chamadas zonas de zero emissão e vantagens de circulação para os VEs, como isenção de pagamento de estacionamento, preferenciais de circulação em certas faixas, dentre outras medidas. Atualmente, no Brasil, estas políticas ainda ocorrem de forma pontual no âmbito municipal, principalmente de grandes centros urbanos.

Vale ressaltar o estabelecimento de metas para a eletrificação de frotas de ônibus públicos, por diversos municípios brasileiros, assim como o estabelecimento de projetos piloto direcionados à implementação de ônibus elétricos. A meta da cidade de São Paulo é adicionar 2,6 mil ônibus elétricos na frota municipal até 2024. No Rio de Janeiro, o compromisso é eletrificar 100% da frota de ônibus municipal até 2050. Além disso, os ônibus elétricos já começaram a circular em Brasília, com veículos de teste. Destacam-se, também, outras experiências em Salvador (BA), São José dos Campos (SP), Bauru (SP), Campinas (SP), Volta Redonda (RJ), Niterói (RJ) e Curitiba (PR).

A adoção de ônibus elétricos tem sido viabilizada através de linhas de financiamento específicas, parcerias com o setor privado, diversas ações nos editais de concessão do serviço de operação de transporte por ônibus e novos modelos de negócio (EPE, 2020).

Assim, é possível perceber um avanço nas políticas públicas de incentivo à ME no Brasil nos últimos anos. No entanto, estas são realizadas de maneira difusa, ou seja, não há um direcionamento centralizado para a promoção dos VEs e da articulação entre os atores interessados. Observa-se ainda uma falta de consenso nacional na temática do VEs, o que implica em uma maior insegurança de empreendedores privados ao avaliarem as oportunidades de investimentos no ecossistema da ME no país.

### **3. Motivações e Oportunidades para a Mobilidade Elétrica no Brasil**

A disrupção tecnológica a partir da ME na indústria automobilística intensifica as discussões de futuros desdobramentos nas demais regiões do mundo, incluindo países em desenvolvimento, como o Brasil. Em suma, as principais motivações e objetivos estratégicos para a implementação da mobilidade elétrica no país são:

- i. O aumento da sustentabilidade ambiental no setor de transportes;
- ii. A melhora da qualidade do ar e a redução da poluição sonora em grandes centros urbanos;
- iii. O aumento da competitividade econômica e tecnológica do país;
- iv. A redução da dependência energética de combustíveis fósseis; e
- v. A integração com fontes renováveis intermitentes.

Em relação à pauta ambiental, a ME pode ser uma ferramenta importante para o cumprimento dos acordos de redução das emissões de CO<sub>2</sub> firmados pelo Brasil. No Acordo de Paris de 2015, o Brasil se comprometeu a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa em até 37% até 2025 e 43% até 2030, comparados aos níveis emitidos em 2005. Recentemente, durante a COP26, em Glasgow, na Escócia, o país oficializou o aumento da meta de 43% para 50% até 2030.

A partir da avaliação das emissões de CO<sub>2</sub> no âmbito da matriz energética brasileira, percebe-se que o setor de transportes foi o principal emissor, com cerca de

45% de participação em 2020. Ao mesmo tempo, a participação de renováveis na matriz elétrica brasileira é de cerca de 84,8% (EPE, 2021). Desta forma, a disseminação de VEs e a criação de novos serviços de mobilidade podem constituir elementos fundamentais na transição para uma economia de baixo carbono.

No âmbito da saúde pública, as emissões veiculares são uma das principais causas de mortes por poluição atmosférica no Brasil. De acordo com a WRI Brasil (2021), a poluição atmosférica mata cerca de 51 mil brasileiros todos os anos. Os veículos movidos a diesel, principalmente caminhões e ônibus, emitem óxidos de nitrogênio (NOx) e material particulado (MP2,5) por combustão, enquanto os veículos movidos a combustíveis como gasolina e etanol estão mais relacionados à emissão do monóxido de carbono (CO), dos hidrocarbonetos não metano (NMHC) e dos aldeídos.

Neste sentido, as projeções divulgadas pela Associação Paulista de Medicina (2018) apontam que, caso a poluição relacionada ao MP2,5 se mantenha no nível de 2018, serão registradas 51.367 mortes apenas na região metropolitana de São Paulo, entre 2018 e 2025. Além disso, seriam registradas 31.812 internações públicas no mesmo período, a um custo estimado em R\$ 58,7 milhões para o Sistema Único de Saúde do Brasil (R\$ 1.845,22 *per capita*). Deste modo, a promoção de modais de baixo carbono, como é o caso do segmento elétrico, torna-se vital para conter este problema e frear o alto nível de mortalidade correspondente.

Ademais, de acordo com a consultoria internacional Jato (2021), o Brasil fechou o ano de 2020 como o sétimo maior mercado automotivo do mundo. Assim, os fabricantes de automóveis, de baterias e demais atores da cadeia produtiva da mobilidade elétrica identificam o segmento brasileiro como um mercado altamente promissor, porém tímido, considerando as políticas públicas de promoção da ME ainda incipientes.

Vale destacar que a indústria automobilística é caracterizada por ser um oligopólio mundial, em que economias de escala são fortemente incentivadas e perseguidas. Neste sentido, diante da potencialidade de difusão da ME mundialmente, no horizonte de médio e longo prazo, deve-se avaliar as oportunidades para o Brasil, a fim de se verificar uma visão de futuro estruturada, transparente e com a participação dos diversos atores deste ecossistema.

Em paralelo ao desenvolvimento de VEs, a indústria automobilística se direciona também para veículos autônomos, conectados e compartilhados, visando uma maior segurança, facilidade, eficiência e sustentabilidade ambiental. Grandes fabricantes de veículos já se posicionam no sentido de se tornarem, cada vez mais, empresas especializadas em tecnologia. Em suma, os fabricantes de automóveis passam a ser mais valorizados por sua capacidade de inovar. Então, nota-se que a consolidação de cidades inteligentes, a capacitação de recursos humanos e o desenvolvimento tecnológico neste novo ramo são os novos desafios que se colocam no panorama mundial atual.

Historicamente, o setor de mobilidade brasileiro tem grande participação no PIB nacional. O estímulo ao segmento elétrico, portanto, representa desde uma possibilidade concreta de instrumento de retomada econômica pós-pandemia da Covid-19 para um setor relevante da economia brasileira, até um canal de escoamento de uma nova gama de produtos e serviços.

É notável ainda o extenso histórico de aproveitamento dos mais diversos tipos de energias renováveis no Brasil. Diante da integração dos biocombustíveis à cadeia de abastecimento automotiva ao longo do tempo, a ME pode ser um complemento aos “combustíveis verdes” e cumprir um papel importante na construção de uma mobilidade urbana mais sustentável, principalmente a partir do barateamento desta nova tecnologia no médio e longo prazo.

Neste período de transição energética que o mundo atravessa, diferentes alternativas energéticas irão conviver ao mesmo tempo e as especificidades do cenário brasileiro permitirão que sistemas híbridos inovadores sejam concebidos, mediante o conhecimento técnico-científico nacional e o aproveitamento de oportunidades econômicas a partir da construção de novas cadeias de valor.

Diante dos pontos analisados, o Brasil possui, ao mesmo tempo, um grande potencial e expressivos desafios com a agenda da ME. A velocidade de transição dos veículos tradicionais movidos à combustão para os VEs, porém, será determinada pela capacidade de transformação do próprio ecossistema automotivo e da sua disposição à inovação. Este novo ecossistema de ME será dotado de complexidade e disruptividade, que criarão um leque infinito de possibilidades ao longo da cadeia produtiva do setor. O elevado número de módulos eletrônicos presentes em um VE,

por exemplo, transformará o fornecimento da cadeia produtiva, que passará a contar, cada vez mais, com o provimento de softwares, não só de hardwares.

A exploração e o aproveitamento dos minérios que servem de matéria prima para baterias, até os eletropostos que compõem a infraestrutura de recarga, exigem uma variedade de soluções inovadoras que podem transformar o Brasil em um importante ator global do setor de eletromobilidade. Novos parceiros, que não faziam parte originalmente da cadeia produtiva, também serão incorporados, de modo que o ciclo de inovação do setor se transforme continuamente, visando elaborar projetos automotivos que evitem a defasagem tecnológica da indústria brasileira.

Neste sentido, alguns *players* já deram um pontapé inicial, como a Volkswagen Caminhões e Ônibus (VWCO), divisão brasileira de veículos pesados da montadora alemã. Em 2017, a empresa investiu mais de R\$ 150 milhões no projeto do *e-Delivery*, um caminhão elétrico voltado para a operação urbana, que teve o seu lançamento confirmado em julho de 2021.

Observa-se que o estabelecimento de parcerias foi fundamental para que o produto se tornasse realidade. A Volkswagen firmou parcerias em cada uma das etapas do projeto, desde os parceiros tradicionais relacionados ao fornecimento de componentes, como a CATL, maior fabricante de baterias de íon-lítio do mundo, até a montagem dos veículos com a Moura e de outros parceiros atuando na área de segunda vida da bateria e gerenciamento no campo. Ademais, como forma de reduzir os impactos da transição para os VEs, a VWCO focou em oferecer uma solução completa, que engloba desde a aquisição do VE até o acompanhamento do uso, a sua devida operação e, por fim, o seu descarte.

Além disso, recentemente, a Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM) anunciou uma parceria com a VWCO, planejando o desenvolvimento e a aplicação de baterias à base de nióbio para utilização em VEs da montadora, algo inédito na indústria automotiva mundial. Nota-se que iniciativas deste tipo fazem parte dos objetivos traçados pelos agentes do ecossistema da ME de tornar as tecnologias acessíveis, otimizar o desempenho dos VEs e proporcionar um baixo custo total de propriedade aos consumidores, como forma de aprofundar a disseminação dos novos veículos e expandir o segmento como um todo.

No mesmo sentido, em 2015, a BYD abriu a sua primeira fábrica na América Latina, localizada na cidade de Campinas, em São Paulo, com a finalidade de evitar tarifas de importação. Esse movimento permitiu à empresa introduzir alguns dos primeiros ônibus totalmente elétricos no Brasil. O empreendimento injetou US\$ 65 milhões na economia local e criou 450 empregos (EDWARDS *et al.*, 2018).

Por fim, vale destacar que um estudo realizado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), em 2021, trouxe uma análise do atual cenário de desenvolvimento da cadeia de valor dos VEs em cada uma de suas etapas, na América Latina. O Brasil apresentou protagonismo no segmento manufatureiro, junto ao México, visto que ambos representam os principais parques produtores de automóveis da região.

Desta forma, percebe-se que há oportunidades para o avanço do ecossistema da ME no país, que englobam desde o desenvolvimento da cadeia de suprimentos e matérias-primas até os mercados de reutilização e reciclagem das baterias. No entanto, verifica-se a urgência de uma política pública nacional integrada, liderando e coordenando esforços para a construção de um setor de transportes inovador, competitivo, de baixo carbono e eficiente no Brasil. Assim, é necessário o estabelecimento de linhas de ação e iniciativas para o melhor posicionamento e desenvolvimento deste mercado nacionalmente.

Ademais, em um momento de transição energética e transformação tecnológica, os investimentos em ciência e tecnologia no Brasil são imprescindíveis para o estímulo a pesquisas no âmbito da ME. O desenvolvimento tecnológico e a capacitação de recursos humanos se destacam como pontos essenciais para a alavancagem e o aproveitamento desta janela de oportunidades da ME no país.

#### **4. Considerações Finais**

A difusão da mobilidade elétrica cumpre um papel central na agenda da transição energética e da descarbonização global. Este processo, contudo, irá impor um grande desafio às empresas e aos governos para que seja realizada uma transição tecnológica capaz de atender às necessidades dos acordos e resoluções ambientais firmados pelos países. Portanto, a sinergia e a parceria entre os agentes durante esta trajetória será primordial para se alcançar o sucesso do ecossistema da ME.

Apesar do mercado de ME no país se encontrar em estágio incipiente em comparação aos países desenvolvidos, diversas corporações e instituições do setor público e privado, observando as janelas de oportunidades presentes, vêm se mobilizando e atuando de maneira conjunta nos últimos anos, com a finalidade de acelerar a sua difusão no Brasil. Assim, dada a sua renomada tradição de uso de energias renováveis, o Brasil possui a chance de se posicionar neste inédito capítulo do progresso científico internacional, desenvolvendo novos produtos, serviços, modelos de negócio e oportunidades de trabalho.

Segundo Castro e Silveira (2022), o país apresenta o potencial de se transformar em um “hub” de desenvolvimento, produção e exportação de tecnologias elétricas, por deter: i) extensas reservas de minerais necessários à produção de baterias; ii) um dos maiores e mais modernos parques industriais automotivos integrados à cadeia produtiva mundial; e iii) uma ampla oferta de mão de obra de engenharia especializada de alto nível. Os serviços de desenvolvimento de software também demonstram uma tendência crescente à medida que o mercado de ME avança e a interconectividade aumenta. Por fim, os processos de reutilização e reciclagem se mostram como frentes importantes de pesquisa e inovação no setor.

Entretanto, a falta de políticas públicas coordenadas e integradas para a promoção da ME ainda representa uma barreira para uma maior disseminação da indústria da eletromobilidade. Vale ressaltar que a implementação de infraestrutura de recarga que seja interoperável, integrada e regulamentada poderá aumentar as oportunidades de investimentos no país. O direcionamento das políticas públicas e atos normativos e regulatórios são, porém, pontos ainda a serem trabalhados no país. Assim, a partir dos resultados da Chamada Estratégica da ANEEL para a Mobilidade Elétrica, espera-se fornecer subsídios para este processo.

Por outro lado, apesar da falta de atuação no âmbito nacional, muitos municípios e estados desenvolvem políticas públicas integradas visando o estímulo à ME, como, por exemplo, São Paulo, Rio de Janeiro, São José dos Campos, Campinas, dentre outros.

Destaca-se que o Brasil deve se beneficiar em larga escala com a expansão do ecossistema da ME, diante de benefícios ambientais e de saúde pública, de uma maior segurança energética, do desenvolvimento tecnológico e do aproveitamento de

oportunidades econômicas. Ademais, a crise econômica decorrente da pandemia da Covid-19 levanta questões sobre quais são as possíveis formas de estimular uma futura e rápida retomada econômica.

Neste sentido, os planos de recuperação, as políticas públicas e os investimentos para os próximos anos ganham ainda mais destaque no debate atual. Assim, nota-se que a recuperação econômica de longo prazo está associada ao estímulo e à garantia da retomada do crescimento econômico, através da criação de empregos e do fomento ao desenvolvimento sustentável, com foco em fontes de energia renováveis.

### **Referências Bibliográficas:**

ASSOCIAÇÃO PAULISTA DE MEDICINA (2018). **Um minuto de ar limpo - Manifesto**. Medicina e Sociedade, [S. l.], 2018.

BARASSA, E.; CRUZ, R. F.; MORAES, H. B. (2021). **1º Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica**. Brasília: PNME/Deutsche Zusammenarbeit/GIZ/ICS. Disponível em: <https://evento.pnme.org.br/1o-anuario-brasileiro-de-mobilidade-eletrica/>. Acesso em 20 out. 2021.

BIEKER, G. (2021). **A global comparison of the life-cycle greenhouse gas emissions of combustion engine and electric passenger cars**. The International Council on Clean Transportation, julho de 2021. Disponível em: [https://theicct.org/sites/default/files/publications/Global-LCA-passenger-cars-jul2021\\_0.pdf](https://theicct.org/sites/default/files/publications/Global-LCA-passenger-cars-jul2021_0.pdf). Acesso em 17 nov. 2021.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética (2021). **Balanco energético nacional**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021>. Acesso em 10 jan. 2022.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética (2020). **Avaliação Técnico-Econômica de Ônibus elétrico no Brasil**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-480/topico-527/NT%20SEE-SDB%20-%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20T%C3%A9cnico->

[Econ%C3%B4mica%20de%20%C3%94nibus%20El%C3%A9trico%20no%20Brasil.pdf](#)

. Acesso em 16 jan. 2022.

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

CASTRO, N.; MOSZKOWICZ, M.; MONTEATH, L. **Inovações regulatórias para difusão dos veículos elétricos no Brasil**. Grupo de Estudos do Setor Elétrico - GESEL, 05 de agosto de 2021. Disponível em: [http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/30\\_Castro\\_2021\\_08\\_09.pdf](http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/30_Castro_2021_08_09.pdf). Acesso em 10 nov. 2021.

CASTRO, N; SILVEIRA, N. (2022) **Perspectivas da Mobilidade Elétrica no Brasil**. Disponível em: [http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/01\\_Castro\\_2022\\_02\\_14.pdf](http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/01_Castro_2022_02_14.pdf). Acesso em 16 fev. 2022.

EDWARDS, G.; VISCIDI, L.; MOJICA, C. (2018) **Charging Ahead: The Growth of Electric Car and Bus Markets in Latin American Cities**. The Dialogue. Disponível em: <https://www.thedialogue.org/wp-content/uploads/2018/09/Charging-Ahead-web.pdf>. Acesso em 21 fev. 2022.

GESEL, Grupo de Estudos do Setor Elétrico (2021). **Observatório Mensal de Mobilidade Elétrica**.

IEA, International Energy Agency (2021). **Global Energy-related CO2 emissions by sector**. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-energy-related-co2-emissions-by-sector>. Acesso em 20 nov. 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021). **Frota de Veículos**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/28120>. Acesso em 10 de nov. 2021.

ICCT, International Council on Clean Transportation (2021). **Global passenger car market share of countries planning to phase out new sales of internal combustion engine vehicles**. Disponível em:

<https://theicct.org/sites/default/files/publications/pvs-global-phase-out-FS-oct21.pdf>. Acesso em 17 out. 2021.

IEMA, Instituto de Energia e Meio Ambiente (2020). **As emissões brasileiras de gases de efeito estufa nos setores de Energia e de Processos Industriais em 2019**. IEMA, dezembro de 2020. Disponível em: <http://energiaeambiente.org.br/as-emissoes-brasileiras-de-gases-de-efeito-estufa-nos-setores-de-energia-e-de-processos-industriais-em-2019-20201201>. Acesso em: 12 nov. 2021

JATO (2021). **Chinese manufacturers set to become a dominant industry force, but not in the way many anticipated**. Jato, outubro de 2021. Disponível em: <https://www.jato.com/chinese-manufacturers-set-to-become-a-dominant-industry-force-but-not-in-the-way-many-anticipated/>. Acesso em 13 nov. 2021

LEAL, L. M.; COSTA, V. J.; CORCINO, B. (2021). **A importância da reciclagem de baterias para uma mobilidade elétrica sustentável**. Grupo de Estudos do Setor Elétrico - GESEL, 13 de outubro de 2021. Disponível em: [http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/49\\_Costa\\_2021\\_10\\_13.pdf](http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/49_Costa_2021_10_13.pdf). Acesso em 11 nov. 2021.

PNUMA, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (2021). **Movilidad eléctrica Avances em América Latina y el Caribe 2020**. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA, Julho de 2021. Disponível em: <https://moveLATAM.org/4ta-edicion/>. Acesso em 10 nov. 2021.

PwC, PricewaterhouseCoopers -(2019). **Merge ahead: Electric vehicles and the impact on the automotive supply chain**. PwC, novembro de 2019. Disponível em: <https://www.pwc.com/us/en/industrial-products/publications/assets/pwc-merge-ahead-electric-vehicles-supply-chain.pdf>. Acesso em 08 nov. 2021.

SLOWIK, P.; LUTSEY, N.; HSU, C. W. (2020). **How technology, recycling, and policy can mitigate supply risks to the long-term transition to zero-emission vehicles**. *The International Council on Clean Transportation*, dezembro de 2020. Disponível em: <https://theicct.org/sites/default/files/publications/zev-supply-risks-dec2020.pdf>. Acesso em 02 nov. 2021.

VENDITI, M. S. (2021). **Veículo elétrico pode ser opção para aliviar o bolso do consumidor.** O Estado de São Paulo, 08 de junho de 2021. Disponível em: <https://mobilidade.estadao.com.br/meios-de-transporte/carro/veiculo-eletrico-pode-ser-opcao-para-aliviar-o-bolso-do-consumidor/>. Acesso em 13 nov. 2021.

WEF, World Economic Forum (2020). **Fostering Effective Energy Transition.** Disponível em: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Fostering\\_Effective\\_Energy\\_Transition\\_2020](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Fostering_Effective_Energy_Transition_2020). Acesso em 24 set. 2020.

WRI Brasil (2021). **O Estado da Qualidade do Ar no Brasil.** WRI Brasil, janeiro de 2021. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/sites/default/files/wri-o-estado-da-qualidade-do-ar-no-brasil.pdf>. Acesso em 08 nov. 2021

ZAMBONI, L., LEAL, L. M., DE CASTRO, B., DA COSTA, V. J., CASTRO, B.. **Experiência na eletrificação de frotas comerciais.** Grupo de Estudos do Setor Elétrico - GESEL, 04 de maio de 2021. Disponível em: [http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/50\\_Zamboni\\_2021\\_05\\_04.pdf](http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/50_Zamboni_2021_05_04.pdf). Acesso em 02 nov. 2021.