

3º ANUÁRIO BRASILEIRO DA MOBILIDADE ELÉTRICA

Rumo à expansão do
mercado, políticas e
tecnologias no Brasil



1

**CAPÍTULO 1.
CRESCIMENTO DE
MERCADO DOS
VEÍCULOS DE PASSEIO
E COMERCIAIS LEVES:
DIREÇÃO AO MIX
TECNOLÓGICO E
HIBRIDIZAÇÃO**

10

APRESENTAÇÃO 4

2

**CAPÍTULO 2.
O POTENCIAL DOS
PESADOS: AMPLIAÇÃO
DOS ÔNIBUS URBANOS
ELÉTRICOS E DOS
CAMINHÕES ELÉTRICOS
NAS OPERAÇÕES
LOGÍSTICAS**

27

INTRODUÇÃO 5

3

**CAPÍTULO 3.
IMPLEMENTAÇÃO
E DIFUSÃO DA
INFRAESTRUTURA
DE RECARGA:
CORREDORES
ESTRATÉGICOS E
HUBS DE RECARGA
RÁPIDOS EM
MARCHA**

47

Publicado pela



Com apoio de



Coordenação executiva da:



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

4

**CAPÍTULO 4.
OLHAR INSTITUCIONAL
E DAS POLÍTICAS
PÚBLICAS:
INSTRUMENTOS EM
DESENVOLVIMENTO E
PERSPECTIVAS**

65

5

**CAPÍTULO 5.
ESTRATÉGIAS
CORPORATIVAS
DAS MONTADORAS
EM PROL DA
DESCARBONIZAÇÃO**

90

6

**CAPÍTULO 6.
CARACTERÍSTICAS
DA CADEIA DE
VALOR DE BATERIAS
DE VEÍCULOS
ELÉTRICOS NO
BRASIL**

108

CONCLUSÕES FINAIS 125

GLOSSÁRIO 127

Autoria

André Fortes Chaves, Edgar Barassa, Rafael Augusto Seixas Reis de Paula, Robson Ferreira da Cruz, Rodrigo Wolffenbüttel.

Revisão

Ana Beatriz Rebouças, André Cieplinski, Flávia Consoni, Janayna Bhering, Lucas Gonçalves Dornelas, Luciane Neves Canha, Maria de Fatima N. C. Rosolem, Rafael Augusto Seixas Reis de Paula, Raul Beck, Sérgio Knorr Velho, Valério Marochi.

Revisão gráfica

Jullian Oliveira

Projeto gráfico e diagramação

Ph Design Estratégico • Paulo Habib

Nota legal:

As informações expressas nesta publicação são de responsabilidade de seus respectivos autores. Os conteúdos e o teor das análises publicadas não necessariamente refletem a opinião de todos os colaboradores envolvidos na produção do Anuário, bem como dos integrantes dos Conselhos Diretivos e das instituições que coordenam a iniciativa.

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 usos comerciais, incluindo duplicação, reprodução ou distribuição de todo ou trechos deste estudo, é necessário o consentimento por escrito da Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica.

APRESENTAÇÃO

A PNME, Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica, agrega mais de vinte instituições e entidades de classe representativas que incluem órgãos governamentais, representantes da indústria, da academia e da sociedade civil. Essa rede alinhada de atores garante o fluxo de competências necessário para responder a desafios relacionados à descarbonização da mobilidade no Brasil do ponto de vista ambiental, social, econômico e tecnológico.

Tem se observado, por exemplo, no ano de 2023, a evolução de um cenário propício para o crescimento dos investimentos, o desenvolvimento de novas soluções e o avanço na implantação de políticas públicas mais aderente para a promoção da mobilidade elétrica no Brasil.

A produção do Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica sintetiza uma das principais contribuições da PNME para o ecossistema. Os anuários incorporam os avanços e atualizações no cenário nacional.

Com a elaboração dessa 3ª edição, é possível afirmar que os Anuários Brasileiros da Mobilidade Elétrica são uma referência e vitrine do assunto no cenário nacional. Em linhas gerais, eles visam atingir os macros objetivos de fomentar a aprendizagem sobre eletromobilidade, oferecer bases ao desenvolvimento da política pública para o tema e identificar novas oportunidades para a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico.

Nesse sentido, sintam-se todos leitores e leitoras convidados para melhor conhecer os avanços, gargalos, percalços, desafios, dentre outros aspectos, que compreendem o ecossistema da mobilidade elétrica no Brasil.

Boa leitura,

Janayna Bhering

Coordenadora Executiva

Plataforma Nacional da Mobilidade Elétrica

INTRODUÇÃO DO ANUÁRIO BRASILEIRO DA MOBILIDADE ELÉTRICA 2023:

Essa introdução apresenta os principais conceitos e definições sobre mobilidade elétrica. Tanto o leitor iniciante quanto aquele que já navega com certa tranquilidade nos assuntos técnicos e mercadológicos sobre mobilidade elétrica serão atendidos com a discussão apresentada.

Como os assuntos que compõem a mobilidade elétrica são dinâmicos, há sempre alterações e interpretações mais robustas. Por isso, é mais do que importante, sempre que possível, recorrer aos conceitos e definições centrais.

Assim sendo, essa introdução atua como um guia inicial, nivelando e balizando o entendimento necessário para uma experiência significativa na leitura desta edição, garantindo uma jornada enriquecedora na exploração dos tópicos relacionados à mobilidade elétrica.

1. O QUE É A MOBILIDADE ELÉTRICA E QUAIS SÃO SUAS INTERFACES AMBIENTAIS, SOCIAIS E ECONÔMICAS?

A mobilidade elétrica refere-se à aplicação e utilização de veículos que são propulsionados por um ou mais motores elétricos, alimentados principalmente por eletricidade. Esse conceito engloba diversos componentes e tecnologias que operam em conjunto para viabilizar a tração veicular elétrica, incluindo os próprios motores elétricos, baterias, tecnologias de integração, conectores, sistemas híbridos quando aplicáveis, bem como a infraestrutura de carregamento, necessária ao abastecimento, como estações de recarga, por exemplo.

Para além da aplicação tecnológica de forma restrita, a sua relevância não se limita somente a substituição de veículos movidos a combustíveis fósseis por veículos elétricos. Ela abrange diálogos e interfaces com outras transformações igualmente importantes como a vertente da transição energética, da descarbonização das atividades econômicas, do combate às mudanças climáticas, da promoção da saúde pública, da inovação tecnológica e do desenvolvimento de competências produtivas.

A mobilidade elétrica é um dos pilares da transição energética, que busca a migração de fontes de energia baseadas em combustíveis fósseis para fontes renováveis. A eletrificação dos transportes é um dos caminhos para reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO₂) e outros poluentes e particulados relacionados à mobilidade.

Deve-se destacar também que no campo da inovação tecnológica, a mobilidade elétrica é um catalisador para a criação de competências e de produtos e serviços. Pois, exige-se o desenvolvimento contínuo das baterias e outras tecnologias relacionadas, como sistemas de carregamento avançados, eletrônica de potência e softwares sofisticados para o controle e gestão veicular. Cabe reforçar a intersectorialidade dessas tecnologias, pois não são apenas relevantes para a indústria automobilística, mas também têm aplicação em outros setores, como o armazenamento de energia na indústria, por exemplo. Isso cria uma gama de oportunidades para a criação e expansão de cadeias produtivas e o surgimento de novos mercados.

Nessa direção, a mobilidade elétrica gera benefícios econômicos significativos. Ela impulsiona a indústria de veículos e seus fornecedores, criando empregos em pesquisa e desenvolvimento, produção, infraestrutura de carregamento e serviços relacionados para toda a cadeia.

De acordo com o relatório EV Outlook 2023 da Agência Internacional de Energia (IEA), em relação a 2022, verifica-se que mais de dez milhões de veículos elétricos a bateria e híbridos plug-in foram vendidos em todo mundo. Isso representa aproximadamente 14% de todos os carros novos vendidos em 2022 (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA), 2023). Esses números complementam os dezessete milhões de veículos elétricos em circulação em todo o mundo, criando um cenário atual (até o primeiro semestre de 2023) de aproximadamente vinte e seis milhões e quinhentos mil veículos elétricos em operação. Embora esses números sejam substancialmente menores em comparação com o total de veículos a combustão interna vendidos e em circulação, a rápida evolução dos veículos elétricos em um curto período é notável, especialmente quando havia apenas cerca de 10.000 veículos elétricos em 2010.

No setor de veículos pesados, quase 66.000 ônibus elétricos e 60.000 caminhões de médio e grande porte foram vendidos em todo o mundo em 2022, representando cerca de 4,5% de todas as vendas de ônibus e 1,2% das vendas de caminhões no mundo. A China continua a dominar a produção e as vendas de caminhões e ônibus elétricos. Em 2022, foram vendidos 54.000 novos ônibus elétricos e aproximadamente 52.000 caminhões elétricos de médio e grande porte na China, representando 18% e 4% das vendas totais na China e cerca de 80% e 85% das vendas globais, respectivamente.

As vendas de caminhões elétricos continuam a ter alguma dificuldade de participação de mercado na maioria dos países, com exceção da China. Pois, o número acumulado de vendas de caminhões elétricos de médio e grande porte

até o momento é apenas de algumas centenas na maioria dos países (apenas cerca de 2.000 caminhões elétricos foram vendidos em toda a União Europeia em 2022). As participações de mercado em geral permanecem abaixo de 1% nos segmentos de médio e grande porte, pois grandes empresas de logística de transporte regional e de longa distância estão conduzindo demonstrações de caminhões elétricos.

Além da China, Europa e Estados Unidos, também é importante mencionar que a América do Sul é uma das regiões com maior crescimento na frota de veículos pesados, especialmente ônibus elétricos a bateria, nas cidades de Santiago, Chile, e Bogotá, Colômbia. De acordo com dados da Plataforma E-Bus Radar, que monitora o número de ônibus elétricos (a bateria e trólebus), até fevereiro de 2023, a região tinha 3.716 ônibus elétricos, dos quais 1.047 eram trólebus e 2.669 eram ônibus elétricos a bateria. A maioria desses ônibus são do tipo Padrão (12-15 metros) e recarregam nas garagens das empresas de transporte.

Paralelamente à expansão desse mercado, a infraestrutura para recarregar esses veículos também está avançando. E difere dos postos de abastecimento de veículos convencionais, pois fornece energia elétrica em vez de combustíveis líquidos e gasosos (como Gás Natural Comprimido - GNC). Essa infraestrutura está disponível em contextos públicos e privados e varia em potência, indo de alta a baixa tensão. A maioria desses pontos de recarga é de propriedade privada, pressupondo que cada veículo elétrico vem com seu próprio carregador para uso residencial.

No que diz respeito aos carregadores públicos (publicamente acessíveis) e semipúblicos (estabelecimentos comerciais) de recarga lenta/semirrápida, o mapeamento atualizado de pontos de recarga para veículos de passageiros pela IEA (2023) revela que, em 2022, o número de pontos de recarga públicos em todo o mundo atingiu 2,7 milhões, com mais de 900.000 instalados no mesmo ano, representando um aumento de aproximadamente 55% em relação a 2021. Esse

crescimento é comparável à taxa de crescimento pré-pandemia, que foi de 50% entre 2015 e 2019.

2. AFINAL, QUAIS SÃO OS ARTEFATOS QUE COMPÕEM ESTE ARCABOUÇO TECNOLÓGICO DOS VEÍCULOS ELETRIFICADOS?

O Sistema de Propulsão Elétrica (SPE) é o ponto de partida para entender a mobilidade elétrica, pois é o arcabouço tecnológico central da eletromobilidade. Compõe-se de um conjunto de tecnologias interligadas que visam fornecer tração elétrica. Este sistema abrange três principais elementos: powertrain, acumuladores (com baterias de alta e baixa tensão, bem como células a combustível), e tecnologias para a integração (montagem e acoplamento das tecnologias embarcadas no veículo) (BARASSA, 2019).

Para aprofundar essa caracterização, o primeiro conjunto de tecnologias engloba o Powertrain, que consiste em componentes integrados responsáveis por gerar a força que move o veículo, substituindo o motor a combustão interna pela propulsão elétrica. Isso resulta na redução significativa da poluição sonora, uma vez que o powertrain elétrico é notavelmente mais silencioso em operação, contribuindo para um ambiente urbano mais tranquilo e melhor qualidade de vida para a população.

Os acumuladores de energia, por sua vez, são tecnologias que armazenam eletricidade, predominantemente sob a forma de baterias. No entanto, em sistemas de células a combustível, o hidrogênio também é utilizado como fonte de energia. As baterias, em particular, representam um elemento crítico desse sistema, pois os desafios tecnológicos relacionados ao seu desenvolvimento ainda não foram totalmente superados, resultando em altos custos de produção em comparação com o restante do veículo (aproximadamente 50%, embora esse percentual tenha diminuído consideravelmente nos últimos 10 anos, quando representava cerca de 70%).

A mudança na tecnologia de propulsão elétrica também tem impacto direto nas cadeias de suprimento automotivo, particularmente nos motores a combustão interna, que estão sendo gradualmente substituídos nos veículos elétricos puros, embora ainda sejam mantidos nos veículos híbridos. Como resultado, veículos elétricos contêm consideravelmente menos peças móveis em comparação com veículos convencionais movidos por combustíveis fósseis. Isso inclui a eliminação de componentes como catalisadores, motores de partida, velas de ignição, correias dentadas, lubrificantes, tubos e conexões, que eram essenciais para o funcionamento dos motores a combustão interna, tornando-se desnecessários nos veículos elétricos. Além disso, sistemas de transmissão mais simples são incorporados, eliminando o sistema de exaustão, uma vez que os veículos elétricos não emitem poluentes.

Os veículos elétricos apresentam diversas configurações tecnológicas, incluindo a propulsão elétrica pura e a integração de um powertrain elétrico com um motor a combustão interna em veículos híbridos. Além disso, os veículos elétricos com células a combustível, que usam principalmente hidrogênio como fonte de energia, também são considerados uma alternativa tecnológica promissora (BARASSA, 2019).

Todas essas interconexões e tecnologias são possíveis graças aos sistemas de integração e arquiteturas veiculares, que auxiliam na montagem dos componentes em veículos elétricos. Esses sistemas têm um sistema operacional que realiza o alinhamento e a calibração para garantir o funcionamento adequado.

Em relação aos híbridos, esses veículos mantêm uma interface entre a nova tecnologia de propulsão e o paradigma existente, combinando componentes estabelecidos, como mencionado anteriormente, com elementos do SPE. Isso resulta em um sistema operacional robusto que permite aproveitar as tecnologias, competências tecnológicas e capacidades de produção já existentes associadas aos motores de combustão interna.

Já os sistemas de células a combustível ainda estão em fase de desenvolvimento e prototipagem, com poucos modelos de veículos comercialmente disponíveis em todo o mundo. Como ainda há relevantes incertezas tecnológicas para a transformação de hidrogênio em energia elétrica, por meio de células a combustível, ainda são necessários avanços significativos, especialmente no que se refere à Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) e escalonamento da produção. Espera-se, entretanto, que em um futuro próximo, tais sistemas sejam complementares ao processo de eletrificação.

3. COMO ESTE ANUÁRIO FOI PRODUZIDO E DE QUE FORMA ESTÁ ESTRUTURADO?

Este anuário foi construído a partir da colaboração de um conjunto de autores com diferentes perspectivas, estilos de linguagem próprios e experiências profissionais particulares que se complementam. Os capítulos possuem autores distintos, que trazem conhecimentos específicos sobre os assuntos aqui cobertos. Contar com essa diversidade de autores foi de grande valia para discutir cada capítulo com as suas devidas particularidades. Assim sendo, como se verá, os capítulos respeitam essa diversidade e, ao mesmo tempo, contribuem para um maior aprofundamento das discussões.

A metodologia empregada na elaboração do 3º Anuário Brasileiro de Mobilidade Elétrica baseou-se em uma pesquisa ampla e abrangente envolvendo a consulta a diversas fontes de dados, bem como a realização de entrevistas com especialistas e instituições relevantes no contexto da mobilidade elétrica no Brasil.

A coleta de informações primárias e secundárias foi realizada de forma complementar. O processo envolveu múltiplas etapas:

1. Revisão de Fontes Secundárias: Inicialmente, foram examinadas fontes secundárias, tais como o GLOBAL EV OUTLOOK, portais de notícias da mobilidade, e outras fontes referenciadas ao longo do texto.

2. Entrevistas com Atores e Instituições-Chave: Para enriquecer a pesquisa e obter insights de especialistas e partes interessadas, foram realizadas entrevistas com diversos atores e instituições-chave do ecossistema da mobilidade elétrica. Essas entrevistas permitiram, dentre outras coisas a identificação de desafios, oportunidades e lições aprendidas específicas que podem ser aplicadas e adaptadas ao contexto brasileiro.

A combinação dessas abordagens permitiu uma análise completa e informada sobre o cenário da mobilidade elétrica no Brasil, abrangendo diversos pontos de vista e fontes de dados confiáveis. As informações coletadas foram essenciais para a construção de uma visão abrangente e precisa da mobilidade elétrica no contexto brasileiro, bem como para a identificação de tendências, desafios e oportunidades relevantes.

Para melhor estruturação de seu conteúdo, esse anuário traz inicialmente em seus dois primeiros capítulos a análise sobre o crescimento exponencial da presença dos veículos elétricos em todo o território brasileiro. O **primeiro capítulo** trata especificamente do mercado de veículos leves e o segundo dos pesados. Será enfatizado, sobretudo no primeiro capítulo que o mercado se caracteriza por um mix tecnológico, com forte presença dos modelos híbridos. O **segundo capítulo**, por sua vez, discute o potencial dos veículos pesados, com um olhar mais voltado para a ampliação dos ônibus urbanos elétricos e dos caminhões elétricos nas operações logísticas.

O **terceiro capítulo** analisa a infraestrutura de recarga que sustenta a expansão dos veículos elétricos no Brasil. A análise apresentada tratará, dentre outras coisas, da implementação e difusão dos corredores estratégicos e hubs de recarga rápidos. Como se verá, essa infraestrutura tem crescido substantivamente nos últimos anos, mas por outro lado, apresenta também seus desafios.

O **quarto capítulo** foca as políticas públicas necessárias para fomentar de forma sistemática

e contínua todo o ecossistema da mobilidade elétrica brasileira. O ano de 2023 é marcado pela expansão e introdução de novas ações e programas sob a responsabilidade dos atores públicos. Assim sendo, procura-se discutir quais são tais ações e programas em desenvolvimento e quais as perspectivas para a política pública nacional.

O **quinto capítulo** analisa as estratégias das montadoras de veículos leves e pesados em busca de contribuir de maneira efetiva para a descarbonização. Tais empresas possuem papel central no ecossistema da mobilidade sustentável no Brasil. Especialmente o ano de 2023 tem se mostrado o ano para a consolidação da atuação estratégica em prol do desenvolvimento de múltiplas rotas para a descarbonização. O cerne da discussão está na eletrificação gradual e composta por diferentes portfólios de produtos e tecnologias.

O **sexto capítulo** concentra sua análise na cadeia de valor de baterias no Brasil. As baterias, todos os seus componentes e a sua integração com o veículo, são elementos centrais para o desenvolvimento dos veículos elétricos. Essa cadeia é analisada a partir de seus principais elos, apresentando ações das principais empresas que a compõem. Trata-se de uma cadeia de valor dinâmica, complexa e que precisa estar inserida no contexto global, tanto mercadológico quanto tecnológico.

Por fim, são apresentadas as principais **conclusões**, com o intuito de refletir sobre o denso conteúdo aqui apresentado e contribuir para que a transição energética da mobilidade no Brasil se dê de forma mais sustentável possível em todos os aspectos.



QR Code - Mapa E-Mobility (Ecossistema da Mobilidade Elétrica)

Cadastre sua iniciativa.

Explore e integre sua iniciativa ao mapa do ecossistema da mobilidade elétrica! Escaneie o código QR e faça seu cadastro para fazer parte desse mapa dinâmico. Esta é uma oportunidade para se conectar com outros atores, fortalecer parcerias e contribuir para a expansão de soluções sustentáveis na mobilidade elétrica.

CAPÍTULO 1.

CRESCIMENTO DE MERCADO DOS VEÍCULOS DE PASSEIO E COMERCIAIS LEVES: DIREÇÃO AO MIX TECNOLÓGICO E HIBRIDIZAÇÃO



RODRIGO WOLFFENBÜTTEL

Técnico em Assuntos Educacionais na Secretaria de Educação a Distância da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Doutor em Sociologia pelo Programa (PPGS / UFRGS). Pesquisador do Grupo de Estudos da Inovação/UFRGS.



EDGAR BARASSA

Fundador da Barassa & Cruz Consulting e Otsmah Recursos Energéticos Sustentáveis. Doutor em Política Científica e Tecnológica (DPCT/IG/ UNICAMP)



ROBSON CRUZ

Fundador da Barassa & Cruz Consulting e Otsmah Recursos Energéticos Sustentáveis. Engenheiro Mecânico/ Especialista Automotivo (UNESP/USP)

REVISORES



JANAYNA BHERING

Gerente de Prospecção e Oportunidades da Fundep. Coordenadora Executiva da PNME.



RAFAEL AUGUSTO SEIXAS REIS DE PAULA

Analista de Prospecção e Oportunidades da Fundep. Membro do time de Prospecção e Captação da PNME



LUCAS GONÇALVES DORNELAS

Analista de Prospecção e Oportunidades da Fundep. Membro do time de Prospecção e Captação da PNME.

Introdução

A eletrificação de veículos de passeio é uma realidade cada vez mais presente no contexto brasileiro. Apesar de estarmos ainda distantes de países líderes em eletromobilidade (China, Noruega, Coreia do Sul, Suécia, Alemanha e Estados Unidos), é inegável o crescimento anual das vendas de automóveis e comerciais leves eletrificados, assim como a diversificação da oferta de marcas e modelos no mercado. A própria distribuição geográfica dos emplacamentos, até então concentrada em capitais e grandes metrópoles, avançou no sentido de uma maior capilarização da tecnologia, ampliando o mercado para além do nicho dos “*early adopters*”.

Isso ocorre devido a um conjunto de motivações, de naturezas diversas, que impulsionam e canalizam esforços pró-mobilidade elétrica no Brasil, apresentados nas edições anteriores do Anuário (a saber, 2021 e 2022). Entre esses impulsionadores, destacam-se, por exemplo, o amplo mercado consumidor de automóveis, a discussão estratégica sobre segurança energética e a pauta ambiental. Além disso, o preço elevado dos combustíveis, a agenda corporativa ambiental e social (*Environmental, Social & Governance*, ESG, em inglês) e uma dinâmica tecnológica nacional baseada na pluralidade são direcionadores que sedimentam e promovem essa agenda para o setor no país.

No caso específico dos automóveis e comerciais leves, é possível perceber o fortalecimento de alguns *drivers*, tais como: a preocupação com a saúde pública, que ganha novos contornos com a crescente deterioração da qualidade do ar em regiões metropolitanas e com a entrada em vigor de fases mais restritivas do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve); a eletrificação de frotas comerciais, principalmente para entregas em última milha, política empresarial impulsionada por compromissos ESG e pelas possibilidades de

economia por meio da compra direta de energia elétrica no mercado livre (EPE, 2023). Ainda, acrescenta-se aos fatos mencionados os incentivos a veículos sustentáveis que se apresentam ao horizonte no novo Rota 2030, que passa a se chamar Programa Mover – Mobilidade Verde, que prevê, dentre outros aspectos, a produção de veículos sustentáveis, como carros elétricos e híbridos, contendo incentivos que serão baseados em investimentos em Engenharia e P&D. Por outro lado, novos alavancadores, como a comercialização de automóveis elétricos usados, a entrada de novas montadoras no mercado nacional (por exemplo, BYD e GWM) e o crescente interesse dos consumidores brasileiros pelos elétricos, têm despontado como drivers relevantes para a eletrificação dos leves no Brasil. Não por acaso, esses fatores são característicos de uma fase de difusão da tecnologia para além de nichos de mercado, no sentido em que a novidade se estabiliza e os consumidores assimilam as inovações radicais, transformando-as em objetos familiares, incorporados nas rotinas e práticas da vida cotidiana.

Com isso em vista, este capítulo destina-se a apresentar um panorama do mercado de automóveis e comerciais leves no contexto brasileiro. A primeira seção lança um olhar para a trajetória recente dos eletrificados no mercado nacional, analisando a evolução das vendas, a participação dos elétricos no mercado e suas arquiteturas tecnológicas. A seção seguinte aborda as diferenças regionais no mercado de elétricos, vendas por estados, tipos de arquitetura e as cidades que mais emplacaram veículos leves eletrificados. Na terceira seção são apresentados os dados relativos aos modelos, os mais vendidos, as principais montadoras e suas estratégias de descarbonização. Por sua vez, a seção final destina-se a suscitar algumas considerações e apontar possíveis tendências a partir dos dados analisados.

1.1

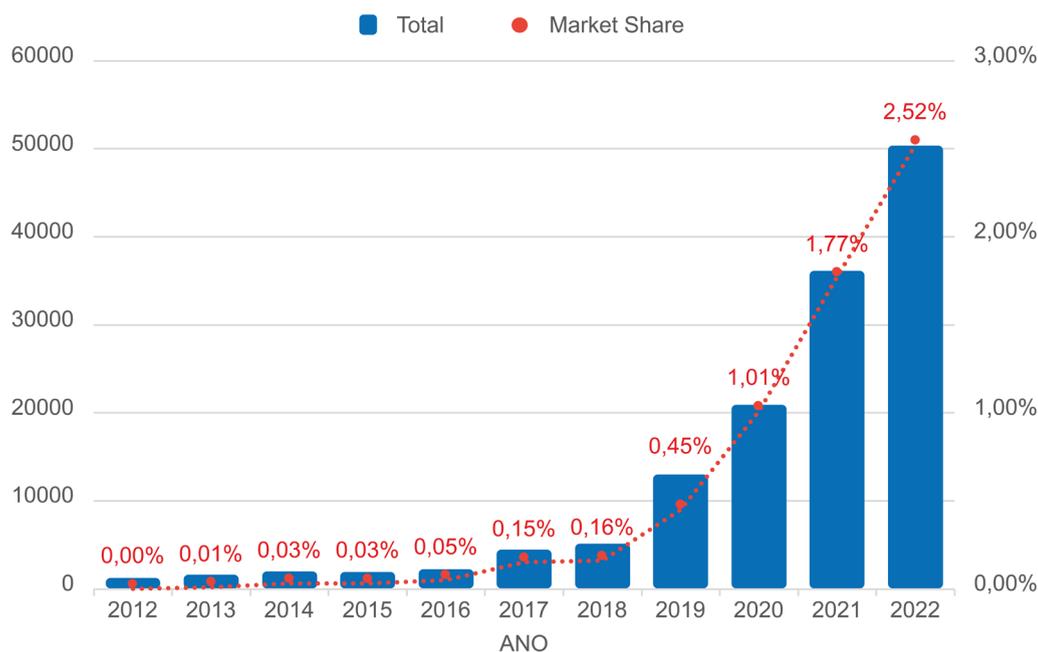
Trajetória recente dos eletrificados no mercado nacional

Nos últimos anos, a venda de veículos leves eletrificados vem apresentando um crescimento expressivo e sustentado no mercado brasileiro¹. Segundo os dados da Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE), cerca de 2,5% (49.245 unidades) dos automóveis e comerciais leves vendidos, em 2022, eram eletrificados, incluindo elétricos a bateria (BEV), híbridos *plug-in* (PHEV) e híbridos convencionais (HEV). O que representa um crescimento de 40% sobre 2021 (34.990) e 149% sobre 2020 (19.745). Esse crescimento que se torna ainda mais relevante quando comparado

ao desempenho do mercado de automóveis e comerciais leves como um todo (-0,85% e 0,35% em relação a 2021 e 2020, respectivamente) no mesmo período.

Ainda que estes dados se tornem menos expressivos quando considerado o volume da frota brasileira, em 2022 eram mais de 60 milhões de automóveis circulando, contra 126 mil eletrificados leves (ABVE_DATA, 2023), ressalta-se a expressiva tendência de crescimento na participação do mercado de automóveis nacional, ilustrada pelo Gráfico 1.

Gráfico 1 - Venda e market share de automóveis e comerciais leves eletrificados, entre 2012 e 2022



Fonte: elaboração própria a partir de (ABVE_DATA, 2023).

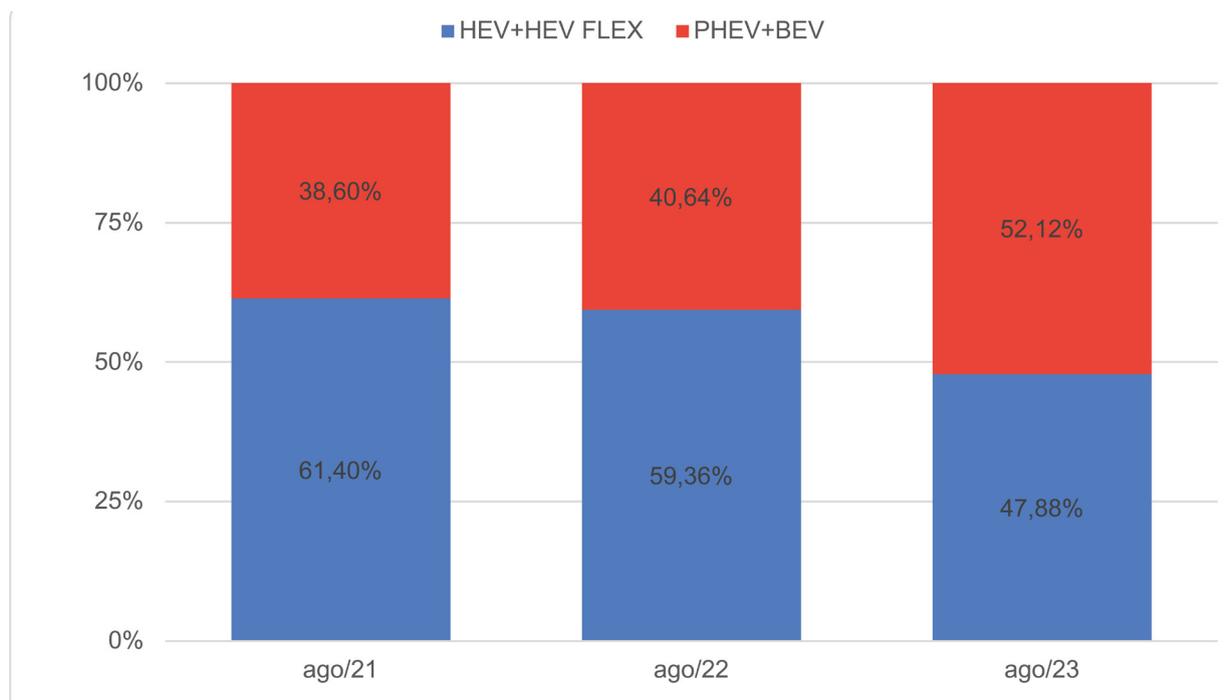
² As vendas neste capítulo referem-se aos novos registros e representam o número de veículos que foram oficialmente emplacados pela primeira vez junto a Secretaria Nacional de Transportes (SENATRAN), incluindo veículos produzidos internamente e importados.

Essa tendência é observada também nos dados preliminares de 2023. Nos primeiros oito meses deste ano (2023), o Brasil emplacou 49.052 eletrificados leves, praticamente o mesmo número de todo o ano anterior, e atingiu um *market share* de 4,75% em agosto. Dado que, se confirmado, coloca o Brasil em um patamar semelhante a outras economias em desenvolvimento, como Índia, Tailândia e Indonésia, responsáveis por um crescimento encorajador da eletromobilidade em mercados emergentes (IEA, 2023).

Todavia, longe de ser homogênea, a expansão

dos eletrificados no mercado brasileiro é marcada por mudanças que atravessam seu desenvolvimento ao longo dos últimos anos. Se em um momento anterior, 2020, a frota era caracterizada pela predominância de modelos híbridos convencionais (77,28%), em julho de 2023 esta participação cai para 67,72% da frota (NEOCHARGE, 2023). Este movimento é corroborado pelo Gráfico 2, em que é possível constatar o crescimento na participação nas vendas dos híbridos *plug-in* (PHEV) e elétricos movidos a bateria (BEV), bem como sua prevalência em agosto de 2023.

Gráfico 2 - Percentual de automóveis e comerciais leves eletrificados emplacados, por arquitetura tecnológica, nos meses de agosto 2021-2023.



Fonte: elaboração própria a partir de (ABVE_DATA, 2023).

Isso não significa necessariamente uma virada irreversível dos automóveis *plug-in* face aos híbridos convencionais, pois o mercado brasileiro possui importantes aspectos, matriz complexa de combustíveis, capacidade de compra dos consumidores, peculiaridade da matriz energética que é predominantemente limpa - cerca de 85% originária de fontes renováveis - fatos que apontam para a coexistência de

diferentes rotas tecnológicas nos próximos anos. Mais provável que os dados estejam indicando um importante momento de convivência de mais de uma rota tecnológica, em que a composição do mix tecnológico nacional, disponíveis ao consumidor, torna-se menos refratária aos modelos *plug-in*.

A forte presença de híbridos convencionais é devida, em parte, a bem-sucedida estratégia

de produção nacional de automóveis híbridos convencionais *flex fuel*, Toyota Corolla e Corolla Cross. A estratégia possibilitou um custo de produção relativamente menor, pois nesses modelos as baterias são menos dispendiosas, uma vez que são utilizadas apenas para armazenar a energia recuperada pelo sistema de frenagem regenerativa. Ademais, os híbridos *flex* se beneficiam de toda infraestrutura de abastecimento e da legitimidade conquistada pelo etanol como fonte alternativa, não fóssil, de energia veicular. Esse último contexto, pode indicar uma maior aceitação de consumidores pouco inclinados a alterar seus hábitos de consumo em relação a recarga, por exemplo.

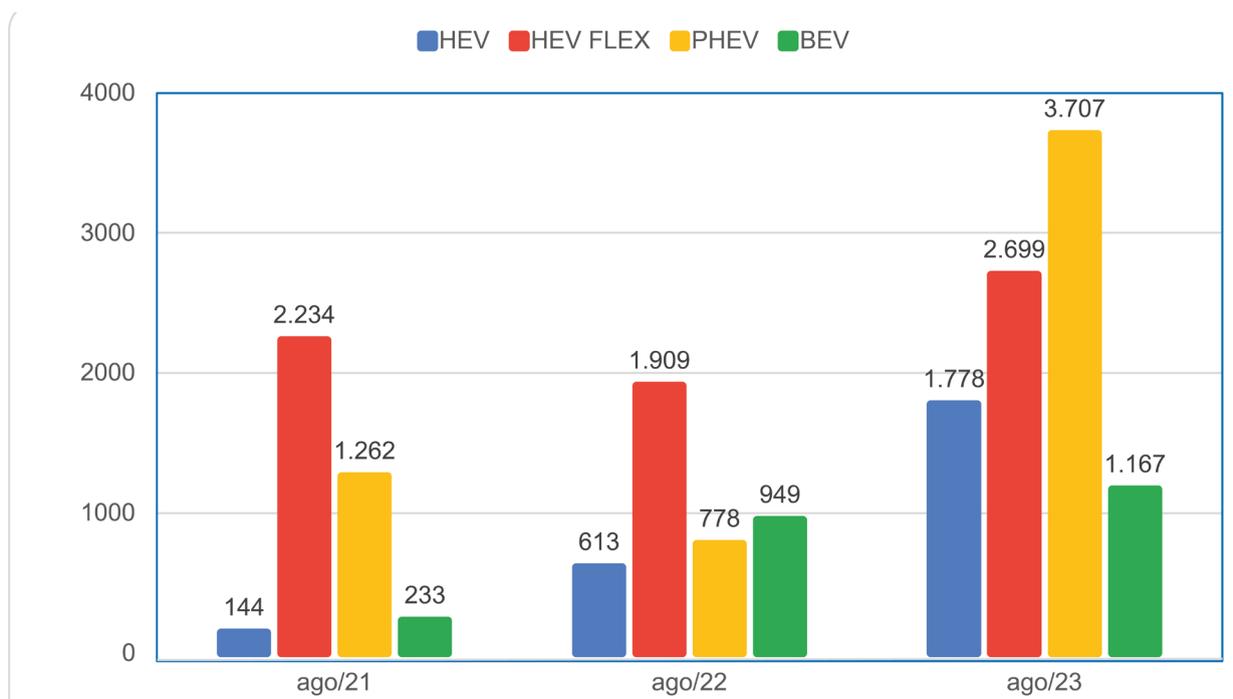
Além disso, os veículos híbridos *flex* usufruíram de benefícios fiscais – redução de 3% (três) pontos percentuais na alíquota do IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados) – em relação aos veículos convencionais, de classe e categoria similares, de acordo com a primeira fase do Programa Rota 2030 – Mobilidade e Logística, do governo federal. Isso faz dos híbridos *flex*, a

arquitetura tecnológica mais presente na frota de eletrificados nacional.

Cientes dessas vantagens e pressionadas pelas expectativas em relação aos incentivos/metabolismos de eficiência energética da nova fase do Rota 2030, montadoras, como a Stellantis, anunciou em agosto de 2023 planos de investimento em plataformas tecnológicas que combinam o uso de etanol e a eletrificação para a propulsão veicular, reforçando a tendência de crescimento desta arquitetura no contexto nacional (RODRIGUEZ, 2023).

Apesar desta primazia histórica dos híbridos convencionais, cabe destacar a rápida ascensão dos híbridos *plug-in* em 2023. Em agosto deste ano, os automóveis PHEV atingiram o patamar inédito de 39,6% das vendas de eletrificados (Gráfico 3). Este crescimento foi fortemente impulsionado pela estratégia de oferta de marcas chinesas, como BYD e GWM, extremamente agressivas no mercado, com lançamento de novos modelos PHEV e anúncios de investimentos maciços no Brasil (OLMOS, 2023).

Gráfico 3 – Número de automóveis e comerciais leves eletrificados emplacados, por arquitetura tecnológica, nos meses de agosto 2021-2023.



Fonte: elaboração própria a partir de (ABVE_DATA, 2023).

O desempenho dos veículos BEV também chama a atenção no período, com um total de 1.167 emplacamentos em agosto de 2023, uma evolução de 23%, na comparação com o mesmo mês de 2022 (949 veículos). Além disso, os BEV se destacam por ser a arquitetura tecnológica com maior número de modelos disponíveis no mercado nacional, são mais de 100 modelos comercializados em 2023 (ABVE_DATA, 2023).

Outro aspecto potencial dos BEVs está relacionado à expansão da Micro e Minigeração Distribuídas de Energia Elétrica² (MMGD) e seu

uso combinado com os automóveis 100% elétricos. Isto é, a possibilidade de o consumidor gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis e fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade, torna a escolha pelos automóveis movidos a bateria mais interessante. Tanto do ponto de vista econômico, quanto da perspectiva pessoal e ambiental, uma vez que muitos proprietários de BEVs apontam a autonomia em relação aos postos de gasolina e a garantia de energia renovável como fontes de valor para suas escolhas.

² A Micro e Minigeração Distribuída (MMGD) apresentou, em 2022, um aumento de 87,8% em relação a 2021. Neste mesmo ano, a energia solar fotovoltaica representou 94,3% da MMGD e foi a principal fonte responsável pelo aumento registrado na modalidade de geração de energia (EPE, 2022).

1.2

Análise regional do mercado de veículos leves eletrificados

Muito embora os dados apontem um crescimento nas vendas de eletrificados em todas as regiões do Brasil, há uma distribuição desigual entre essas regiões. Isso pode ser atribuído a uma série de fatores socioeconômicos, como o tamanho da população, a participação no Produto Interno Bruto (PIB) e a densidade demográfica da região. É neste sentido que mais de 50% das vendas de automóveis e comerciais leves eletrificados de 2023 (até agosto) foram registradas na Região Sudeste, responsável por 51,9% do PIB do país.

Por se tratar de veículos com custos de produção em cerca de 10% a 30% superiores aos automóveis de combustão interna (BLOOMBERG, 2021), é de se esperar que desigualdades econômicas e o poder de compra afetem as vendas no segmento.

Essa relação pode ser observada no Quadro 1, em que o percentual de vendas de eletrificados em 2023 se aproxima da participação no PIB das regiões. Da mesma forma, os estados que registraram o maior número de vendas e tiveram maior contribuição percentual, no período, foram estados com participação importante no PIB nacional e integrantes das Regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste (Gráfico 4). Certamente, há outros fatores relevantes que influenciam esta relação, como as políticas públicas regionais de incentivo à aquisição de automóveis eletrificados, oferta de infraestrutura necessária para carregamento, restrições de acesso e a atuação de agentes econômicos importantes (montadoras, importadoras e locadoras), que serão abordados nos capítulos seguintes.

Quadro 1 - Vendas de eletrificados em 2023, PIB, população e percentuais por região³.

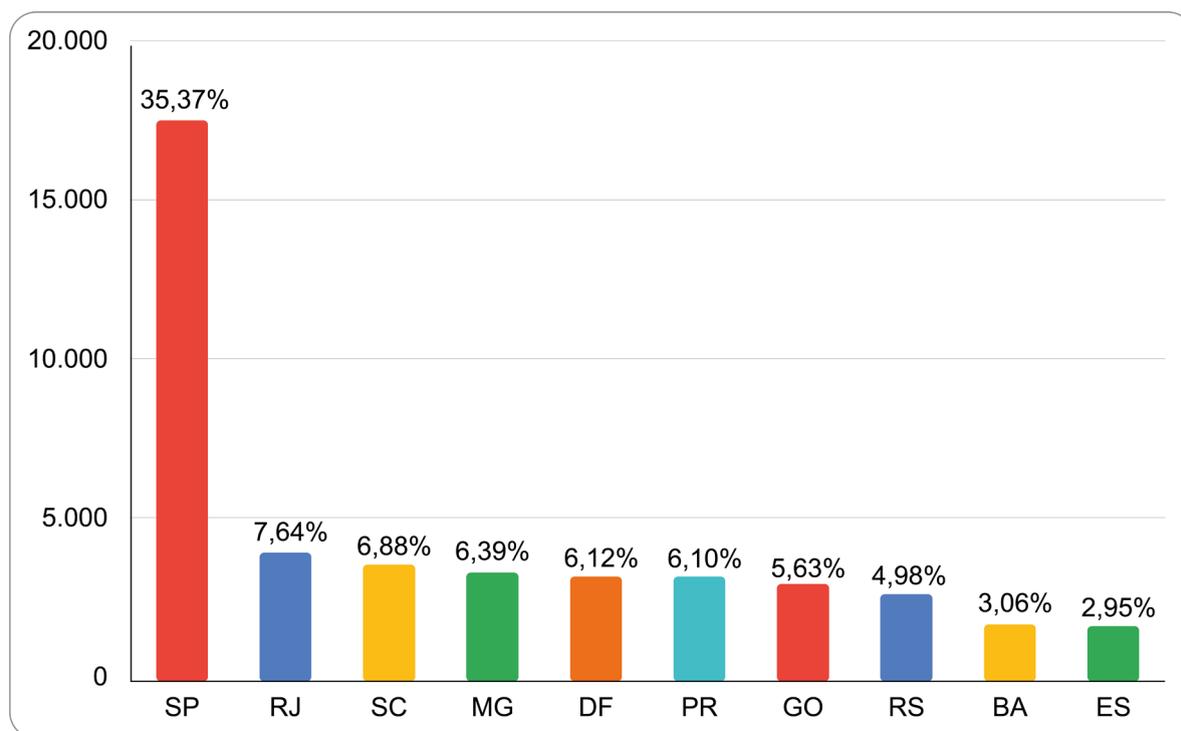
Região	Vendas	%	PIB (em milhões de reais)	%	População (em milhões de habitantes aprox.)	%
Sudeste	25.678	52,35%	3.952.695	51,90%	85	41,80%
Sul	8.809	17,96%	1.308.148	17,20%	30	14,70%
Centro-Oeste	7.238	14,76%	791.251	10,40%	16	8,00%
Nordeste	5.863	11,95%	1.079.331	14,20%	55	26,90%
Norte	1.464	2,98%	478.173	6,30%	17	8,50%

Fonte: Elaboração própria com base em (IBGE, 2022) e (ABVE_DATA, 2023).

³ PIB de 2020, em valor corrente, segundo do Sistema de Contas Regionais. População de 2022, conforme o Censo Demográfico 2022.

Ainda em relação aos estados, sobressai-se a participação de São Paulo, responsável por 34,64% da frota nacional de eletrificados (NEOCHARGE, 2023) e por 35,37% dos 49.052 automóveis e comerciais leves eletrificados emplacados entre janeiro e agosto de 2023. Percentuais que chamam a atenção por sua expressividade, mas bem similares aos da participação do estado na frota nacional de automóveis, 32,47%, segundo dados da SENATRAN de 2022, sugerindo uma dinâmica de motorização dos eletrificados não tão distinta dos automóveis a combustão interna.

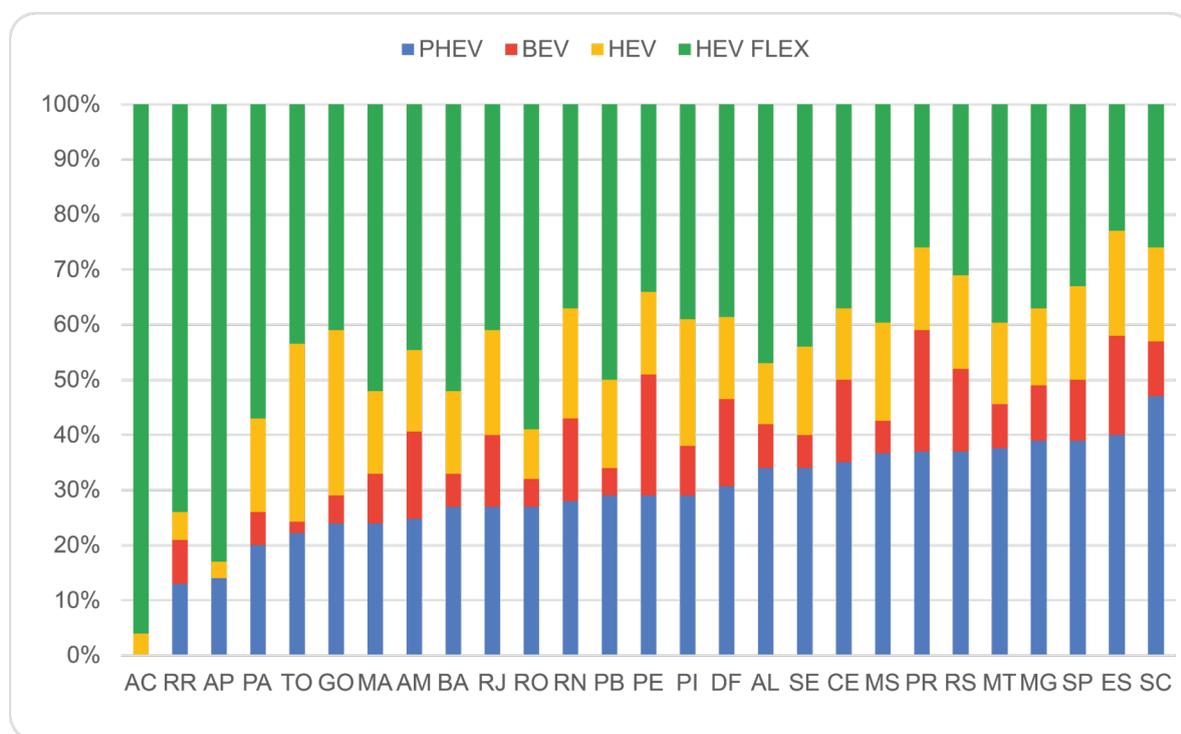
Gráfico 4 - Participação nas vendas de automóveis e comerciais leves eletrificados, entre janeiro e agosto de 2023 por estado.



Fonte: elaboração própria a partir de (ABVE_DATA, 2023).

A referida expressividade de São Paulo também se faz presente quando consideradas arquiteturas tecnológicas por estado. Para o mesmo período, de janeiro a agosto de 2023, a distribuição das arquiteturas vendidas em SP (BEV 11%; PHEV 39%; HEV FLEX 33%; HEV 17%) se aproxima da distribuição nacional (BEV 12%; PHEV 35%; HEV FLEX 36%; HEV 17%), algo em torno de metade *plug-in* (BEV+PHEV) e metade não *plug-in* (HEV+HEV FLEX). O que não ocorre em todos os Estados, como pode ser visto no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Distribuição percentual das vendas de automóveis e comerciais leves eletrificados, entre janeiro e agosto de 2023 por arquitetura tecnológica.



Fonte: elaboração própria a partir de (ABVE_DATA, 2023).

Estados com baixa participação nas vendas, no período, (AC, AP, RO, RR, TO) apresentam uma maior proporção de automóveis sem conexão com a rede elétrica (HEV+HEV FLEX). Ao passo que em estados como Paraná, Santa Catarina e Espírito Santo há um leve predomínio de eletrificados *plug-in*. Isto pode ser explicado, no primeiro caso, pelo movimento ainda incipiente de eletrificação nestes estados, marcado pela adesão a tecnologias menos disruptivas em termos de implicações relacionadas à infraestrutura e à cultura de recarga. Já no caso do Paraná e Santa Catarina, onde difusão da tecnologia e infraestrutura já estaria mais consolidada, chama a atenção a elevada participação dos eletrificados *plug-in* por categoria. No Paraná, 22% das vendas foram de BEV e em Santa Catarina os PHEV atingiram a expressiva marca de 47% das vendas no período.

Quando a atenção é direcionada para as vendas de eletrificados nas cidades, no mesmo período, constata-se uma dinâmica similar. As cidades líderes são, em sua maioria, capitais das regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, cidades com mais de 1 milhão de habitantes e com um PIB relevante perante o PIB nacional (Quadro 2). A exceção fica por conta de Anápolis - GO, cidade sede da fábrica da Caoa Chery, responsável pela montagem de diversos modelos eletrificados.

A comparação entre cidades com as 10 maiores frotas de automóveis, em agosto de 2023, aponta para um resultado similar. Entre as listadas, apenas Anápolis não consta na relação. O que reforça a tese de que motorização dos eletrificados ocorre em uma dinâmica similar à motorização dos automóveis a combustão interna.

Quadro 2 - Cidades que mais emplacaram veículos leves eletrificados de janeiro a agosto/2023

Município	Estado	Total	%Participação
São Paulo	SP	8456	17,2%
Brasília	DF	3002	6,1%
Rio De Janeiro	RJ	2363	4,8%
Belo Horizonte	MG	1757	3,6%
Curitiba	PR	1468	3,0%
Anápolis	GO	1396	2,8%
Campinas	SP	1067	2,2%
Goiânia	GO	939	1,9%
Porto Alegre	RS	898	1,8%
Salvador	BA	820	1,7%

Fonte: elaboração própria a partir de (ABVE_DATA, 2023).

1.3

Modelos de veículos leves eletrificados mais vendidos

Segundo dados da ABVE, o mercado de eletrificados no país é formado por um conjunto de cerca de 40 montadoras, que ofertam mais de 250 modelos diferentes de veículos leves. Cinco anos atrás essa oferta era limitada a menos de 20 modelos, sendo todos importados e destinados à população de renda elevada. Atualmente, o aspecto preço ainda é uma barreira importante para a difusão da tecnologia. Porém, as crescentes melhorias de preço/desempenho, proporcionadas pelos ganhos na economia de escala, o desenvolvimento de tecnologias complementares e a gradual incorporação da tecnologia nas rotinas e expectativas de usuários têm contribuído para a expansão e consolidação do mercado nacional.

Isso pode ser constatado, não apenas pela oferta de novos e variados modelos no mercado,

mas também pela entrada de novas montadoras e pela sua disposição em realizar investimentos no Brasil. Mesmo diante deste novo cenário que se apresenta, a Toyota segue sendo a principal montadora do país, com quase 50% da frota de eletrificados (NEOCHARGE, 2023), concentrada em 3 modelos, sendo 2 híbridos *flex*, montados no país (Corolla Cross e Corolla Altis), e 1 híbrido convencional importado (RAV4).

As vendas no ano de 2023 (até agosto) atestam esta primazia da montadora japonesa. Porém, a presença expressiva de modelos de fabricantes chinesas, até então completamente desconhecidos do público brasileiro, somado às expectativas de investimentos em fábricas em territórios nacionais, sugerem um acirramento da disputa por mercado nos próximos anos.

Quadro 3 – Modelos de automóveis e comerciais leves eletrificados mais vendidos, entre janeiro e agosto de 2023.

Fabricante	Modelo	Origem	Categoria	Tecnologia	Total	%	Nota Verde ⁴	PBEV
Toyota	CCROSS XR X HYBRID	Nac	Grande	HEV FLEX	6.457	13%	A	B
Toyota	COROLLA APREMI-UMH	Nac	Grande	HEV FLEX	4.131	8%	B	B
Caoa Chery	TIGGO8 PHEV	Imp	Utilitário Esportivo Grande	PHEV	2.855	6%	A	A
Caoa Chery	TIGGO5X PRO H	Nac	Utilitário Esportivo Compacto	HEV FLEX	2.366	5%	B	C

⁴Nota Verde: Classificação quanto às Emissões de Poluentes relativas aos limites vigentes do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE - Fase L7 (Ver, a esse respeito, <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/tabelas-de-eficiencia-energetica/veiculos-automotivos-pbe-veicular/pbe-veicular-2022.pdf/@@download/file>)

BYD	BYD SONG PLUS GS DM	Imp	Utilitário Esportivo Grande	PHEV	2.300	5%	A	A
GWM	GWM HAVAL H6 GT	Imp	Extra Grande	PHEV	1.776	4%	A	A
GWM	GWM HAVAL H6 PREM HEV	Imp	Extra Grande	HEV	1.564	3%	A	B
Caoa Chery	TIGGO7 PRO H	Nac	Utilitário Esportivo Grande	HEV FLEX	1.241	3%	C	C
GWM	HAVAL H6 PREM PHEV	Imp	Extra Grande	PHEV	1.224	2%	A	A
Volvo	XC60 T8 ULTIMATE	Imp	Utilitário Esportivo Grande 4x4	PHEV	1.201	2%	A	A

Fonte: elaboração própria com base em (INMETRO, 2023) e (ABVE_DATA, 2023)

O Quadro 3 demonstra bem essa disputa, tanto em termos de fabricante e origem, quanto em termos de arquitetura tecnológica. A inserção dos produtos oriundos da China tem experimentado um ganho de tração quando se constata que 7 dos 10 veículos leves eletrificados mais emplacados, de janeiro a agosto/ 2023, são de montadoras chinesas. Isto torna-se ainda mais expressivo quando comparada a lista de eletrificados de 2023 com a lista de 2021, que não possui nenhum automóvel de origem chinesa no top 10.

Essa entrada de produtos chineses, contudo, não se baseia apenas na importação de veículos, mas está fundamentada também na montagem de automóveis em território nacional, como demonstram os modelos da Caoa Cherry, e sugerem os investimentos anunciados pela BYD, em Camaçari (BA), e pela GWM, na antiga fábrica da Mercedes-Benz em Iracemápolis (SP) (SILVA, 2023).

Outro aspecto que se destaca no quadro, é a presença de automóveis HEV FLEX e PHEV como os modelos mais vendidos no período. Disposição que se encontra em confluência com a análise dos emplacamentos, por arquitetura tecnológica

e traduz, em certa medida, a preferência do consumidor nacional por automóveis híbridos *flex* e híbridos *plug-in* e por categorias grande, extra grande e utilitários. Registra-se, desta forma, a ausência de automóveis menores (sub compactos, compactos e médios) e BEVs entre os modelos de automóveis e comerciais leves mais emplacados no período.

Cabe ponderar que esse paradigma de preferência é considerado, pela Agência Internacional de Energia (em inglês, *International Energy Agency* -IEA) como um dos principais mecanismos de bloqueio para a massificação dos elétricos em economias emergentes. Pois, ainda que a tendência para os SUVs seja global, o poder de compra é ainda um aspecto limitador nesses mercados, logo, a orientação da oferta para segmentos mais elevados, como SUVs e modelos grandes e luxuosos torna inacessível esses veículos para grande parte da população.

Chama atenção também as notas atribuídas pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBE-V), do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). Lançado em 2008, como um programa de adesão voluntária, o

PBE-V ganhou força como um dos requisitos para o Inovar-Auto, e atualmente é obrigatório a todos os automóveis novos comercializados no país. Trata-se da realização de testes de desempenho dos automóveis e posterior etiquetagem conforme resultados. A etiqueta reúne dados sobre consumo de combustível e emissões de gases⁵ e tem por objetivo registrar o nível de eficiência energética e classificação dos modelos, por categoria, conforme cinco diferentes classificações, de “A” a “E”, sendo “A” mais eficiente/menos poluente e “E” a menos eficiente/mais poluente, de forma a promover um maior nível de informação ao consumidor.

Neste contexto, por se tratar de veículos eletrificados, espera-se uma classificação elevada em termos de emissões de poluentes e eficiência. Percebe-se, no entanto, que alguns HEV FLEX não atingiram a melhor classificação no quesito eficiência (PBE-V). O que sugere uma margem para melhoria destes modelos. Essa classificação, porém, está longe de representar um consenso,

pois é fruto de disputa entre agentes do mercado e reguladores, inclusive com participação da Associação Brasileira dos Proprietários de Veículos Elétricos Inovadores (Abravei), na elaboração de uma plataforma informativa sobre a autonomia dos veículos elétricos com base na experiência dos usuários.

A análise dos modelos mais vendidos por arquitetura tecnológica (Quadro 4) reforça a posição consolidada dos HEV, em especial dos modelos híbridos *flex* da Toyota montados no Brasil. Este sucesso se deve, provavelmente em parte, a estratégia da montadora japonesa de apostar na transição à eletrificação via híbridos, com uso de tecnologia e fornecedores locais. Aspectos como o papel desempenhado pelo etanol, sua infraestrutura e legitimidade junto aos consumidores, são centrais na busca pelos parâmetros da descarbonização, eficiência energética e razoabilidade de custos vinculados a essa proposta.

Quadro 4 - Modelos mais vendidos por arquitetura tecnológica entre janeiro e agosto de 2023

BEV			PHEV			HEV		
Modelo	Total	%	Modelo	Total	%	Modelo	Total	%
I/BYD YUAN PLUS GL 310EV	635	11%	I/CAOACHERY TIGGO8 PHEV	2.855	17%	TOYOTA/CCROSS XRX HYBRID	6.457	25%
I/VOLVO XC40 6 PLUS	619	11%	I/BYD SONG PLUS GS DM	2.300	13%	TOYOTA/COROLLA APREMIUMH	4.131	16%
I/BYD DOLPHIN GS 180EV	468	8%	I/GWM HAVAL H6 GT	1.776	10%	CAOACHERY/TIGGO5X PRO H	2.366	9%
I/VOLVO XC40 8 ULTIMATE	451	8%	I/GWM HAVAL H6 PREM PHEV	1.224	7%	I/GWM HAVAL H6 PREM HEV	1.564	6%
I/VOLVO C40 8 ULTIMATE	380	6%	I/VOLVO XC60 T8 ULTIMATE	1.201	7%	CAOACHERY/TIGGO7 PRO H	1.241	5%

⁵Classificação quanto às Emissões de Poluentes relativas aos limites vigentes do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE - Fase L7

I/BYD D1 GS 180EV	316	5%	I/VOLVO XC60 T8 PLUS	1.050	6%	TOYOTA/CCROSS XRV HYBRID	1.179	5%
I/JAC E JS1	270	5%	I/AUDI Q5 SB P-HÍBRIDO	652	4%	CAOACHERY/TIGGO5X PRO HÁ	769	3%
I/BMW IX3	236	4%	I/VOLVO XC60 T8 ULT DARK	648	4%	TOYOTA/COROLA ALTIS HV	750	3%
I/MINI COOPER S ELECTRIC	227	4%	I/PORSCHE CAYENNE CP PHE	609	4%	I/KIA STONIC MHEV SX	668	3%
I/BMW IX XDRIVE40	189	3%	I/PORSCHE CAYENNE PHEV	470	3%	I/KIA SPORTAGE TMHEV EXP	648	3%

Fonte: (ABVE_DATA, 2023)

Além disso, por ser uma tecnologia de transição, permite a razoabilidade de custos, no estágio inicial de abertura do mercado, e possibilita uma adesão mais espontânea dos consumidores, visto que não é perpassada por questões relativas à recarga e à autonomia dos veículos. Soma-se a esses aspectos, a capacitação e a integração de fornecedores na plataforma, a geração de emprego e o desenvolvimento de tecnologias com grande aproveitamento de insumos locais. Fatores esses de sucesso, que fazem da estratégia de descarbonização da Toyota, no Brasil, um caminho a ser buscado por outras montadoras, como a BYD e a GWM.

Os veículos PHEV, por sua vez, estão menos concentrados, em termos de modelos e fabricantes. Aqui, destaca-se, novamente a presença de montadoras chinesas como Caoa Chery, BYD e GWM, porém é expressiva a participação de

modelos *premium* de montadoras tradicionais (Volvo, Audi e Porsche). O que sugere que os modelos PHEV tendem a atender um nicho de consumidores de alta renda no país. Outra característica desses modelos, assim como os BEVs, é sua origem predominantemente importada.

Sobre esse ponto, caberia referir o debate sobre o fim da isenção do imposto de importação para veículos elétricos⁶ e as possíveis consequências da medida para o mercado nacional. Tendo em vista a expressiva dependência da importação por parte dos modelos BEV e PHEV, é bem provável que o fim do desconto reverta grande parte do aumento das vendas observado nos últimos anos. Por outro lado, poderia servir de estímulo às montadoras entrantes para consolidar os investimentos anunciados na produção local.

⁶As Resoluções Camex n. 97/2015 e 27/2016 zeraram o Imposto de Importação (II), que era de 35%, para veículos a propulsão elétrica ou movidos a hidrogênio e reduziram de 0% a 7% para veículos híbridos, conforme o nível de eficiência energética.

Quadro 5 – Veículos comerciais leves mais vendidos entre janeiro e agosto de 2023

Modelo	Tecnologia	Total	%
I/FORD MAVERICK HYB LRT	HEV	127	34%
I/CITROEN E JUMPY CARGO	BEV	76	20%
I/BYD ET3	BEV	36	10%
I/PEUGEOT E EXPERT CARGO	BEV	35	9%
I/FIAT E SCUDO CARGO	BEV	30	8%
I/JAC EJV5.5	BEV	21	6%
I/JAC IEV 330P	BEV	10	3%
I/GMC HUMMER EV EDITION1	BEV	9	2%
I/JAC IEV750 VIP ALPHA6	BEV	5	1%
I/AOXIN HITECH ECO CARGO	BEV	4	1%

Fonte: elaboração própria a partir de (ABVE_DATA, 2023)

Em relação aos veículos comerciais leves (veículos utilitários, vans e pequenos caminhões elétricos) é possível constatar uma grande vocação para a 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.

No entanto, os dados apresentados no quadro 5 mostram que o volume das vendas neste segmento ainda é extremamente tímido e depende de compras de frotas intermitentes, como a aquisição de 400 Renault Kangoo Z.E. Maxi, pelo Mercado Livre em 2022.

1.4

Considerações finais e perspectivas

A análise empreendida no Capítulo 1 revela uma evolução notável no mercado brasileiro de veículos leves eletrificados nos últimos anos, sobretudo em 2023. O crescimento sustentado das vendas de veículos eletrificados, incluindo BEV, PHEV e HEV é evidente, com um aumento de 40% em relação a 2021 e de 149% em relação a 2020. Este crescimento é ainda mais pujante quando comparado ao desempenho do mercado de automóveis e comerciais leves como um todo, que teve variações negativas ou marginais durante o mesmo período.

Ainda, o aumento na participação de mercado de veículos eletrificados é notável, atingindo uma participação de 4,75% em agosto de 2023, o que o coloca em linha com outras economias em desenvolvimento. Isso reflete, em alguma medida, o alinhamento brasileiro à tendência global em direção à eletrificação.

No entanto, a expansão dos veículos eletrificados no mercado brasileiro não tem transcorrido de forma homogênea. Houve uma mudança significativa na composição da frota, com uma redução na participação de híbridos convencionais e um aumento nas vendas de híbridos *plug-in* e veículos elétricos a bateria. Isso pode ser interpretado como uma indicação de que o mercado brasileiro está se tornando menos resistente aos modelos *plug-in*, embora a coexistência de diferentes tecnologias ainda seja provável devido a fatores como a matriz de combustíveis e o poder aquisitivo dos usuários.

Cabe destacar que a presença significativa de híbridos convencionais no mercado brasileiro é atribuída em parte à estratégia bem-sucedida de produção nacional de modelos híbridos *flex fuel*, que se beneficiam da infraestrutura de abastecimento de etanol e incentivos fiscais. Isso reduz a resistência dos consumidores à mudança e torna os híbridos *flex* uma arquitetura tecnológica

dominante na frota de eletrificados.

No entanto, os híbridos *plug-in* estão ganhando terreno, impulsionados por estratégias agressivas de marcas chinesas e por investimentos em plataformas tecnológicas que combinam o uso de etanol e eletrificação para a propulsão veicular. Os veículos elétricos a bateria também estão crescendo em popularidade, contando com um número crescente de modelos disponíveis no mercado e vantagens relacionadas à geração de energia renovável.

Do ponto de vista das características regionais, o Capítulo 1 demonstra desigualdades nas vendas de veículos eletrificados, com a Região Sudeste liderando em termos de participação de mercado, potencialmente devido à sua representatividade econômica nacional. Isso é consistente com o fato de que os veículos eletrificados tendem a ter custos de produção/venda mais elevados, o que pode afetar as vendas em regiões com usuários com menor poder aquisitivo.

Acrescenta-se, aos fatos mencionados, que a análise dos modelos mais vendidos destaca a crescente diversidade de ofertas no mercado de veículos leves eletrificados, com mais de 40 montadoras oferecendo 254 modelos diferentes. A Toyota segue sendo líder de mercado, contudo a entrada de montadoras chinesas e a expansão de modelos PHEV sugerem uma competição mais acirrada nos próximos anos.

No entanto, nota-se que a preferência dos consumidores brasileiros ainda está centrada em híbridos *flex* e híbridos *plug-in*, especialmente em categorias maiores. Isso pode ser um obstáculo para a massificação dos veículos elétricos, especialmente entre consumidores com poder de compra mais limitado.

Em resumo, o Capítulo 1 destaca o crescimento significativo e sustentado do mercado brasileiro de veículos leves eletrificados, as mudanças

na composição da frota e as tendências regionais. Também enfatiza a competição crescente entre montadoras e os desafios que o mercado enfrenta, como as preferências dos consumidores, bem como

questões regulatórias e fiscais. Esses tópicos serão explorados em maior profundidade nos capítulos subsequentes.

Referências Bibliográficas

ABVE_DATA. Dados de Mercado da Mobilidade Elétrica no Brasil. **Associação Brasileira do Veículo Elétrico ABVE**, 2023.

BLOOMBERG. **Hitting the EV Inflection Point**. [s.l.: s.n.], 2021.

EPE, E. DE P. E. **Balanco Energético Nacional**. [s.l.: s.n.], 2022.

EPE, E. DE P. E. **Eletromobilidade**. [s.l.: s.n.], 2023.

FENABRAVE, F. N. DA D. DE V. A. **Anuário Fenabrave 2022: O desempenho da Distribuição Automotiva no Brasil**. São Paulo: [s.n.], 2023.

IBGE, I. B. DE G. E. E. **IBGE Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 26 set. 2023.

IEA, I. E. A. **Global EV Outlook 2023: Catching up with climate ambitions**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: www.iea.org, 2023.

INMETRO. **Programa Brasileiro De Etiquetagem Veicular - PBEV**. [s.l.: s.n.], 2023.

NEOCHARGE. **Número de carros elétricos no Brasil**. Disponível em: <<https://www.neocharge.com.br/carros-eletricos-brasil>>. Acesso em: 25 set. 2023.

OLMOS, M. **Como os carros chineses vêm liderando a transição para o elétrico e conquistando os brasileiros**. Disponível em: <<https://valor.globo.com/eu-e/noticia/2023/09/08/como-os-carros-chineses-vem-liderando-a-transicao-para-o-eletrico-e-conquistando-os-brasileiros.ghtml>>. Acesso em: 25 set. 2023.

RODRIGUEZ, H. **Como serão as 3 mecânicas híbridas flex que a Stellantis terá no Brasil?** Disponível em: <<https://quatorrodas.abril.com.br/noticias/como-sao-as-3-mecanicas-hibridas-flex-que-a-stellantis-tera-no-brasil>>. Acesso em: 25 set. 2023.

SILVA, C. **Por que montadoras chinesas estão investindo em fábricas de veículos elétricos no Brasil**. Disponível em: <<https://www.estadao.com.br/economia/negocios/chinesas-investimentos-carros-caminhao-onibus-eletricos/>>. Acesso em: 25 set. 2023.

CAPÍTULO 2.

O POTENCIAL DOS PESADOS: AMPLIAÇÃO DOS ÔNIBUS URBANOS ELÉTRICOS E DOS CAMINHÕES ELÉTRICOS NAS OPERAÇÕES LOGÍSTICAS



EDGAR BARASSA

Fundador da Barassa & Cruz Consulting e Otsmah Recursos Energéticos Sustentáveis. Doutor em Política Científica e Tecnológica (DPCT/IG/ UNICAMP)



RODRIGO WOLFFENBÜTTEL

Técnico em Assuntos Educacionais na Secretaria de Educação a Distância da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Doutor em Sociologia pelo Programa (PPGS / UFRGS). Pesquisador do Grupo de Estudos da Inovação/ UFRGS.



ROBSON CRUZ

Fundador da Barassa & Cruz Consulting e Otsmah Recursos Energéticos Sustentáveis. Engenheiro Mecânico/ Especialista Automotivo (UNESP/USP)

REVISORA



LUCIANE NEVES CANHA

Professora Titular da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Pesquisadora PQ-1D do CNPq e Membro Senior do IEEE. Doutora em Engenharia Elétrica (UFSM)

Introdução

O setor de transportes foi um dos segmentos mais impactados pela pandemia de Covid-19. Porém, o ano de 2022 foi marcado por um movimento de recuperação do setor, tanto por parte do transporte de cargas, com o crescimento das atividades logísticas ligadas ao comércio eletrônico e ao agronegócio, quanto pelo transporte de passageiros, que vem se recuperando gradativamente dos efeitos da pandemia.

Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o consumo energético do setor de transportes (carga e passageiros) representou 33% da energia consumida no Brasil, em 2022. O aumento de 5% em relação 2021 fez com que o setor retornasse à posição de maior consumidor de energia do país.

Em contrapartida, o setor foi o que mais emitiu CO₂ de origem antrópica, associado à matriz energética brasileira¹, e, ainda por cima, apresentou uma retração na participação de fontes renováveis na sua matriz (de 23% para 22%). Contribuiu para isso: a retomada da aviação comercial e o consumo de querosene de aviação; a perda de participação do etanol em relação à gasolina nas vendas de combustíveis automotivos; e a redução no consumo de biodiesel, em parte explicada pela redução do percentual de mistura ao diesel mineral para 10% (B10), neste mesmo ano.

Logo, trata-se de um setor estratégico para economia e para as metas de redução de emissões de gases de efeito estufa, firmadas em 2016, no

Acordo de Paris da Convenção de Clima da ONU (Organização das Nações Unidas). Neste sentido, a eletrificação dos veículos pesados desponta como um elemento importante para transição energética sustentável, bem como para o desenvolvimento econômico e social do país. Isso se torna ainda mais relevante quando considerada a matriz elétrica nacional nas análises, do poço à roda, de emissões de gases de efeito estufa, predominantemente oriunda de fontes renováveis - 87,9% (EPE, 2023).

No caso dos ônibus urbanos, a eletrificação dos veículos encontra-se em confluência com uma série de esforços e políticas públicas voltadas para a melhoria da qualidade de vida, da mobilidade urbana e para a redução da poluição nos grandes centros urbanos. Principalmente porque a eletrificação do transporte coletivo envolve fatores como a redução das emissões de poluentes locais, a renovação da frota e a democratização do acesso à tecnologia, mais limpa, silenciosa e eficiente.

Por outro lado, há questões de economia de escala (custos de operação) ainda em desenvolvimento, que podem limitar a utilização de ônibus elétricos em cidades menos populosas. Há também, questões relacionadas a expansão do transporte individual, fomentada por políticas de incentivo à aquisição de veículos individuais e pelo surgimento de plataformas de transporte privado urbano, que tensionam e ameaçam os atuais modelos de gestão do transporte coletivo municipal.

¹ Cabe destacar que as principais atividades responsáveis por emissão de GEE no Brasil são “Mudança de Uso da Terra e Florestas”, “Agropecuária”. As mudanças de uso da terra responderam por 49% das emissões brutas de gases de efeito estufa do país em 2021, contra 46% em 2020. Em seguida vêm agropecuária, com 25%, energia e processos industriais, com 22%, e resíduos, com 4%. (SEEG, 2023)

Em relação ao transporte de cargas, a eletrificação de caminhões para operações logísticas é um movimento que tem crescido nos últimos anos. A opção por essa estratégia, de forma ainda experimental, é fruto de uma série de razões. Entre essas, destaca-se o desenvolvimento da agenda ESG de grandes empresas preocupadas em reduzir suas emissões de gases de efeito estufa, mas também atentas aos eventuais benefícios econômicos, de longo prazo, oriundos da eletrificação. Pois, ainda que o custo de aquisição seja superior, o custo operacional dos caminhões elétricos tende a ser menor que os caminhões convencionais. Isso é devido à maior eficiência dos elétricos, aliada ao custo reduzido da energia elétrica em comparação ao diesel e à menor necessidade de manutenção.

Considerando esses aspectos, o presente capítulo destina-se a abordar os avanços perceptíveis

nos últimos anos e suas potencialidades de eletrificação dos pesados no país. A próxima seção é voltada para a evolução do mercado de ônibus elétricos urbanos e busca analisar as tendências no setor com base nos tipos de ônibus licenciados, a oferta dos fabricantes e as principais cidades em que circulam esses veículos. A segunda seção aborda os dados relativos aos caminhões elétricos médios no contexto nacional, voltando-se, especialmente, para as características deste tipo de caminhão e suas possíveis aplicações, bem como para a configuração da oferta e para os principais frotistas no Brasil. Por fim, a seção final busca suscitar algumas considerações a respeito dos benefícios e desafios da eletrificação do transporte de cargas e apontar possíveis tendências a partir dos dados analisados.

2.1

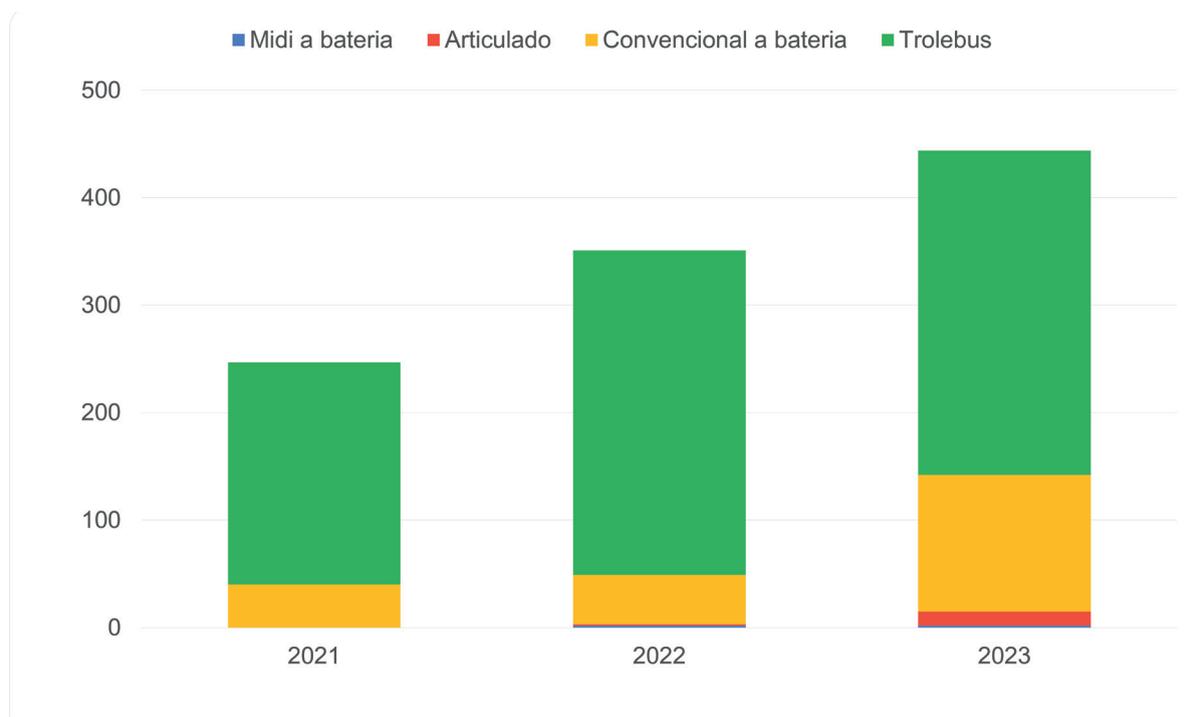
Ônibus Elétricos Urbanos: Números e Tendências

O mercado nacional tem apresentado, nos últimos anos, um crescimento expressivo nas vendas de ônibus elétricos. Segundo dados coletados pela Plataforma E-Bus Radar² em setembro de 2023, o Brasil tinha 444 ônibus elétricos em operação. Entre esses: 302 trólebus, 127 ônibus convencionais a bateria (12-15m), 13 articulados a bateria (>18m) e 2 midibus a bateria (8-11m).

Estes números expressam uma expansão de

26,5% da frota de elétricos, em relação a 2022, concentrada, principalmente, nas vendas de ônibus convencionais, amplamente referenciados como “*padron*”, (de 46 para 126 unidades) e articulados (de 1 para 14 unidades). Esse movimento se assemelha à expansão da frota de ônibus elétricos na América Latina, em que o crescimento no mesmo período foi de 34,5%, puxada pelos ônibus convencionais a bateria *padron*.

Gráfico 1 - Evolução da frota de ônibus urbanos elétricos (2021-2023), no Brasil, por categoria de ônibus, até setembro de 2023



Fonte: elaboração própria a partir de E-Bus Radar (2023).

¹ Ver, a esse respeito, <https://www.ebusradar.org/>.

Ainda segundo a plataforma, esse total de ônibus elétricos (444) representa 2,15% dos ônibus das cidades do país incluídas na plataforma. Essa taxa de eletrificação dos ônibus das cidades incluídas na plataforma é relativamente maior no caso da América Latina (5,69%), onde este índice é puxado pelas cidades do Chile (21,38%) e da Colômbia (11,36%), países líderes na eletrificação de ônibus urbanos na região. Apesar disso, o Brasil mantém a 4ª posição no ranking de maiores frotas de ônibus elétricos da América Latina.

A posição brasileira, no entanto, deve ser vista com cautela, pois ela ocorre, principalmente, em razão dos trólebus existentes, implementados no século XX, na região metropolitana de São Paulo. Uma tecnologia consolidada, aderente às motivações da descarbonização dos transportes, mas com importantes limitações em termos de flexibilidade operacional e sem perspectivas claras de expansão nos próximos anos. Além disso, considerando o potencial econômico e demográfico do Brasil, o percentual de ônibus elétricos *padron* a bateria na frota é pequeno, se comparado a outros países latino-americanos.

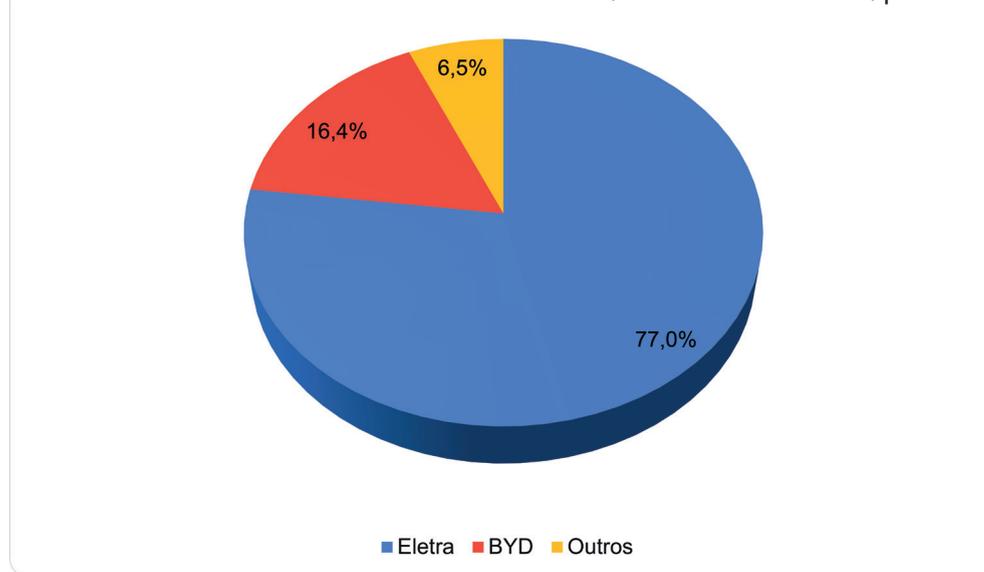
Neste sentido, o Brasil se aproxima de países como o México, com uma frota expressiva de trólebus e alguns ônibus articulados a bateria. Não por acaso, este interesse por veículos elétricos articulados, de maior porte, converge com as

características de algumas metrópoles brasileiras, estruturadas com corredores BRT (*Bus Rapid Transit*) ou com projetos de implantação em andamento.

Na análise por fabricantes, destaca-se, novamente, tanto na América Latina quanto no Brasil, a presença expressiva de montadoras chinesas (BYD, Foton, Yutong). Esse dado reforça um ponto de atenção para a indústria de ônibus instalada no Brasil, historicamente líder nas exportações de ônibus urbanos para o mercado da América Latina. A exceção nesta lista fica por conta da empresa brasileira Eletra, 4ª maior fabricante na região e principal fabricante no Brasil (Gráfico 2), com 342 ônibus elétricos em operação, em sua maioria trólebus (EBUS RADAR, 2023).

Outro destaque fica por conta da atuação da chinesa BYD no Brasil. Desde 2016 a empresa desenvolve projetos pilotos e demonstrativos em cidades brasileiras (São Paulo, Campinas, Porto Alegre, Curitiba, Salvador), buscando trabalhar por uma coordenação setorial e se posicionar no mercado nacional. Essa postura, somada à instalação de fábricas de montagem de ônibus elétricos, de módulos fotovoltaicos e de baterias de fosfato de ferro-lítio (LiFePO4) em solo brasileiro, consolida a posição da BYD como uma das empresas líderes em eletrificação de pesados no país.

Gráfico 2 - Frota de ônibus urbanos elétricos no Brasil, até setembro de 2023, por fabricante.



Fonte: elaboração própria a partir de E-Bus Radar (2023).

Todavia, é muito provável que esse cenário se modifique nos próximos meses, pois a entrada de grandes empresas tradicionais neste mercado, no país, tais como Marcopolo (VENDITTI, 2023a), Mercedes Benz (RAMOS, 2023c) e Volkswagen Caminhões e Ônibus (RAMOS, 2023b), sugere que o período de experimentação e incertezas da aplicação/operação ficou para trás. Espera-se, com isso, um acirramento da disputa comercial, melhorias de preço/desempenho e uma aceleração na difusão da tecnologia.

Ainda sobre a frota, cabe ressaltar que, embora existam iniciativas importantes em outras regiões do país, trata-se de um fenômeno concentrado no estado de São Paulo. Segundo os dados da E-Bus Radar (2023), mais de 90% da frota nacional está localizada nas cidades do estado de São Paulo. Neste contexto, o volume mais expressivo da frota de ônibus de baixa emissão ainda corresponde aos trólebus, que se manteve inalterado em relação a 2022. Estes trólebus operam na cidade de São Paulo, no Corredor Metropolitano ABD e na cidade de Santos (SP).

Quadro 1 – Distribuição da frota de ônibus elétricos em operação, no Brasil, por cidade e categoria de ônibus.

Cidade (ordem alfabética)	UF	Midi	Articulado	Convencional	Trólebus	Total
Bauru	SP	-	-	2	-	2
Brasília	DF	-	-	6	-	6
Diadema	SP	-	-	6	-	6
Guarujá	SP	-	-	4	-	4
Maringá	PR	1	-	2	-	3
Mauá	SP	-	-	2	-	2
Salvador	PE	-	-	8	-	8
Salvador (RMP)	PE	-	-	20	-	20
Santos	SP	1	-	-	6	7
São Bernardo do Campo	SP	-	-	1	-	1
São José dos Campos	SP	-	12	-	-	12
São Paulo	SP	-	1	67	201	269
São Paulo (RMP)	SP	-	1	-	95	96
Sorocaba	SP	-	-	1	-	1
Vitória (RMP)	ES	-	-	4	-	4
Volta Redonda	RJ	-	-	3	-	3

Fonte: elaboração própria a partir de E-Bus Radar (2023).

Os ônibus elétricos *padron*, a bateria, por seu turno, encontram-se distribuídos em diferentes cidades do país. As maiores frotas estão localizadas na Região Metropolitana de Salvador (BA) e na cidade de São Paulo (SP). Na RMP de Salvador, os ônibus são modelo *padron*, da BYD, com carroceria da Marcopolo. Já a cidade de São Paulo, via SPTrans, recebeu recentemente um incremento em sua frota de ônibus elétricos. Somaram-se aos 18 ônibus a bateria, operados pela Transwolff, desde 2019, e montados pela empresa chinesa BYD, 50 novas unidades. Dessas, 25 são ônibus elétricos de 12m, com capacidade para 70 passageiros, da Transwolff; 24 ônibus são de 15m, com capacidade para 94 passageiros, sendo 12 da Transpass e 12 da Ambiental; além de um ônibus elétrico de 21,5m, articulado, da Campo Belo, com capacidade para 144 pessoas. Os ônibus têm tecnologia de tração elétrica e eletrificação Eletra, carroceria Caio eMillenium, motor elétrico e baterias WEG e chassis Mercedes-Benz e Scania.

Essa expansão da frota em São Paulo está vinculada a um conjunto de normativas municipais que busca reduzir as emissões de gases de efeito estufa (Lei 14.933 de 2009 - Política Municipal da Mudança do Clima e Lei 16.802 de 2018) e a recente restrição (outubro de 2022) à inclusão de novos veículos a Diesel na frota de coletivos da cidade. A meta, segundo a prefeitura, é chegar a 2,6 mil veículos elétricos até o final de 2024 (PRIETO, 2023).

O projeto de eletrificação do transporte de passageiros por ônibus na capital paulista é um alavancador central para a transição no mercado de pesados no Brasil. Pois, a eletrificação de São Paulo representa uma janela de oportunidade em

que mecanismos de bloqueio técnicos, econômicos e sociais podem ser superados com os impulsos internos propiciados pelo volume de encomendas envolvido e pela entrada de novos atores no sistema. Isso implica ganhos de economia de escala, volumes que justifiquem novos investimentos, mas também a possibilidade das operadoras entrarem no mercado livre de energia.

Destaca-se, ainda, na distribuição da frota, o caso de São José dos Campos (SP), com seus 12 ônibus articulados a bateria (22 metros e capacidade para 168 passageiros), montados pela BYD, com carroceria da Marcopolo. Em operação desde agosto de 2022, os VLPs (Veículos Leves sobre Pneus) integram oficialmente o sistema de transporte público da cidade, na “Linha Verde”, um corredor construído exclusivamente para este tipo de veículo. Este projeto, junto a outros voltados para a eletromobilidade, integra a política de desenvolvimento urbano sustentável da cidade.

Com base nos exemplos acima, é possível constatar a importância de políticas públicas municipais para o desenvolvimento do mercado de ônibus elétricos urbanos. Estas políticas buscam responder a pressões internas por melhorias em seus sistemas de transporte, mas estão vinculadas, também, a mudanças no panorama externo (Acordo de Paris, Planos de Mobilidade Urbana, adesão a iniciativas supranacionais, como o C40) que pressionam o sistema existente e possibilitam a emergência e o fortalecimento da nova tecnologia como uma alternativa viável.

O quadro abaixo apresenta um resumo das principais políticas municipais voltadas para a promoção de ônibus elétricos urbanos nas cidades brasileiras.

Quadro 2 - Resumo Políticas Municipais Ônibus Elétricos (não exaustivo)

Governo Municipal	Política Pública	Objetivo Principal
Curitiba (PR)	Plano de Ação Climática - PlanClima (2020)	Promoção de estratégias, articulação e integração de ações multissetoriais e transversais, almejando reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa e aumentar a capacidade de adaptação da cidade aos riscos climáticos.

Curitiba (PR)	Programa de Mobilidade Urbana Sustentável (2021)	Renovação, ampliação e implementação de ônibus elétricos em larga escala em duas linhas e grande capacidade de transporte de passageiros da cidade
RPM de Salvador (BA)	Aquisição de ônibus elétricos pelo Governo do Estado (2022)	Substituir parte da frota de ônibus intermunicipais por veículos elétricos
Salvador (BA)	BRT Salvador (2022)	Eletrificação dos veículos utilizados no BRT
São José dos Campos (SP)	VLP Elétrico (2022)	Criação de um corredor onde irá trafegar um Veículo Leve sobre Pneus Elétrico
São José dos Campos (SP)	Frota urbana 100% elétrica e sustentável (2022)	O Transporte público urbano na cidade contará com frota urbana 100% elétrica e sustentável
São Paulo (SP)	Lei 16.802 (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)	Aquisição e testes de ônibus elétricos (2019)	Aquisição de 15 ônibus elétricos para teste na frota.
Volta Redonda (RJ)	Tarifa Comercial Zero (2017)	Aquisição de ônibus elétricos para circularem 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 climáticos locais	Metas orientadas à mobilidade elétrica nos planos locais

Fonte: elaboração própria a partir do 2º Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica e fontes secundárias (CURITIBA - PREFEITURA MUNICIPAL, 2023; ESTADÃO - MOBILIDADE, 2023; WRI BRASIL, 2023 . SALVADOR, 2023; PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, 2022; REVISTA AUTOBUS, 2023.)

A comparação do Quadro 2 com a distribuição da frota de elétricos nas cidades do país reforça ainda mais a relevância das políticas públicas no desenvolvimento deste setor. Não por acaso, as frotas mais expressivas de ônibus elétricos estão localizadas em cidades com políticas robustas e ambiciosas, como São Paulo, Salvador e São José dos Campos. Curitiba, apesar da estruturação de suas políticas de redução das emissões no transporte público, ainda não teve essas ações concretizadas na integração de ônibus elétricos em sua frota, apesar dos testes e anúncios.

Em relação aos atores do mercado, destaca-se, assim como no caso dos veículos leves, a entrada de novos competidores. Aqui, porém, devido a

trajetória da indústria e importantes diferenças no sistema de compras, a dinâmica de nacionalização é muito mais evidente. Grande parte dos ônibus elétricos em operação no país são produzidos localmente ou possuem um elevado índice de nacionalização dos componentes.

O movimento de entrada, neste sentido, se dá a partir das montadoras tradicionais de chassis completos (OEMs), no setor de ônibus elétricos no Brasil (Mercedes-Benz do Brasil; Volkswagen Caminhões e Ônibus; Volvo do Brasil). Entre essas, atualmente, apenas a Mercedes-Benz oferece e produz localmente chassis para ônibus elétricos no país. Outras, como a Volkswagen (RAMOS, 2023b) e a Volvo (RAMOS, 2023a), anunciaram

recentemente planos de investimento para o desenvolvimento e produção de chassis e ônibus elétricos no país.

A Mercedes-Benz do Brasil tem uma longa trajetória no país. A fábrica de São Bernardo do Campo foi inaugurada em 1956 e é a maior fábrica da Daimler fora da Alemanha para veículos comerciais Mercedes Benz. Ela produz caminhões, chassis de ônibus, cabinas e agregados como motores, câmbios e eixos. Suas principais competências abrangem o desenvolvimento de produtos, dinâmica veicular, estruturas veiculares, processos de fabricação, infraestrutura industrial e serviços. Em 2021, a empresa anunciou o lançamento do chassi eO500U, primeiro chassi de ônibus elétrico totalmente desenvolvido no Brasil e adaptado às condições de uso do país, desenvolvido em São Bernardo do Campo – SP.

A Volkswagen Caminhões e Ônibus (VWCO) teve suas atividades iniciadas em 1981, quando a Volkswagen AG adquiriu 100% do capital da Chrysler Motors do Brasil Ltda. Embora ainda não tenha anunciado nenhum modelo de ônibus elétrico no país, a Volkswagen Caminhões e Ônibus possui importantes competências produtivas através do e-Consórcio estabelecido no complexo de Resende-RJ, que já fabrica os caminhões elétricos da linha e-Delivery. Inclusive, é nesta mesma plataforma que a empresa desenvolveu seu protótipo de ônibus elétrico, denominado provisoriamente e-Volksbus (RAMOS, 2023b).

Por seu turno, o grupo Volvo, um dos maiores fabricantes mundiais de caminhões e ônibus, se estabeleceu no Brasil em 1977 na região de Curitiba e iniciou a produção dos seus primeiros motores e chassis de ônibus em 1979. Parte de um novo ciclo de investimentos, a empresa apresentou, em 2022, o chassi BZL 100% elétrico, que deverá ser comercializado e produzido no país em breve, caso haja demanda (RAMOS, 2023a). Atenta à evolução do mercado na América Latina, a empresa está realizando testes com o ônibus em cidades como Curitiba (PR) e São Paulo (SP).

Soma-se a esses movimentos, a entrada de novas empresas no cenário nacional, como a Higer Bus, maior fabricante de ônibus elétricos do mundo. No Brasil, a empresa comercializa, através da empresa Tevx Motors Group, os ônibus elétricos

importados com fabricação chinesa e conta com modelos desenvolvidos especificamente para o mercado brasileiro. Em julho de 2022, a empresa assinou um acordo com o governo do Ceará para implementação de uma fábrica de montagem das partes em Pecém, neste esquema, a estrutura do ônibus será trazida sem os componentes, que podem ser adquiridos no mercado nacional (VENDITTI, 2023a).

Essa movimentação está diretamente ligada ao anúncio da Prefeitura de São Paulo de proibir a inclusão de novos ônibus a diesel no sistema de transportes da cidade e a expansão da demanda por elétricos oriunda desta medida (VENDITTI, 2023b). Não por acaso, os chassis anunciados se encontram em conformidade com os padrões da SPTrans e alguns investimentos, como o da Higer Bus, envolvem a instalação um centro técnico exclusivo para ônibus elétricos na cidade de São Paulo.

Em paralelo a isso, empresas que apostam na eletrificação a mais tempo, como Eletra e BYD e mais recentemente a Marcopolo, se articulam para se manter competitivas no mercado. A Eletra, empresa pioneira na fabricação de ônibus híbridos (1999) e elétricos (2013) no Brasil, inaugurou em 2023 sua nova instalação produtiva em São Bernardo do Campo (SP), com capacidade de produção de 1.800 ônibus elétricos/ano. Especialista em eletrificação e integração dos diversos sistemas, a empresa atua em parceria com outras fabricantes de chassis e carroçadoras, como a Mercedes-Benz, Caio, Marcopolo, além das fornecedoras de powertrain e baterias WEG e Grupo Moura. Recentemente, a empresa também participou do desenvolvimento do e-Delivery, da VWCO, em Resende (RJ).

A BYD está no Brasil desde 2015, quando inaugurou a sua linha de montagem de chassis para ônibus elétricos em Campinas (SP), a fábrica tem capacidade produtiva de 720 chassis por ano, mas com estrutura para expandir para até 1.440 chassis/ano. Em 2017, inaugurou sua segunda fábrica, também em Campinas, para a produção de módulos fotovoltaicos. Mais recentemente, 2020, a empresa iniciou a operação de sua fábrica de baterias no Polo Industrial de Manaus (AM). A empresa disponibiliza diversos modelos de chassis elétricos para o mercado nacional e está presente

na frota de várias cidades brasileiras (Brasília, São Paulo, Salvador, São Bernardo do Campo, Diadema, Guarujá, Volta Redonda, Maringá).

Já a Marcopolo, encarroçadora tradicional de Caxias do Sul (RS), que trabalha com outras empresas fabricantes de chassis no país, apresentou, em 2021, seu primeiro ônibus elétrico com chassi desenvolvido pela própria companhia, através de parceria com diversos fornecedores nacionais. O

chassi/ônibus Marcopolo Attivi é equipado com motor WEG de 395 kW/537 cv, Baterias Moura e atende aplicações com até 13m. Ou seja, trata-se de uma encarroçadora, consolidada no mercado de ônibus convencionais, que viu na transição tecnológica uma oportunidade de expansão e diversificação. O Quadro 3 apresenta uma lista de montadoras de ônibus, oferta de produtos no Brasil e suas tecnologias.

Quadro 3 – Montadoras de ônibus, oferta de produtos no Brasil e suas tecnologias

Empresa	Fábrica no Brasil	Especialidade	Produtos
 Mercedes-Benz	São Bernardo do Campo (SP)	Caminhões, chassis de ônibus, cabinas e agregados como motores, câmbios e eixos.	Chassi padron (e0500U)
 Caminhões Ônibus	Resende (RJ)	Caminhões e ônibus	Chassi padron (e-Volksbus)
	Curitiba (PR)	Caminhões, ônibus, equipamentos de construção, motores marítimos e industriais	Chassi padron (Volvo BZL)
	Campinas (SP) Manaus (AM)	Armazenamento de energia e veículos elétricos	Chassis padron e articulado (D9W; D9A; D9F; D11A; D11B). Módulos de bateria de fosfato de ferro-lítio (LiFePO4).
	São Bernardo do Campo (SP)	Eletrificação, ônibus elétricos, trólebus, híbridos e conversão de ônibus à diesel para elétrico	E-bus elétrico (Midi, padron e articulado). Dual bus híbrido (padron e articulado). Trólebus (padron).
	Caxias do Sul (RS) São Mateus (ES)	Carrocerias de ônibus	Carrocerias de chassi elétricos padron e articulado (Attivi Express) Ônibus elétrico padron (Attivi)

 HIGER	Pecém (CE) ³	Ônibus e vans	Ônibus elétricos padron e articulado (Azure A12BR Azure A13BR e A18BR) .
---	-------------------------	---------------	--

Fonte: elaboração própria a partir de fontes secundárias (DIÁRIO DO TRANSPORTE, 2022; AUTODATA, 2023; ESTADÃO - Estradao, 2023; BYD, 2023; ELETRABUS, 2023; MARCOPOLO, 2023; HIGER, 2023) .

Constata-se, com isso, uma grande movimentação de atores produtivos no mercado de ônibus elétricos urbanos. Este movimento é puxado, principalmente, pela regulamentação e aplicação de normas e leis voltadas para redução da poluição e emissão de GEE em cidades com grandes volumes de passageiros e com expectativa de implementação no curto prazo, como São Paulo.

³ Fábrica prevista para ser inaugurada em 2024.

2.2

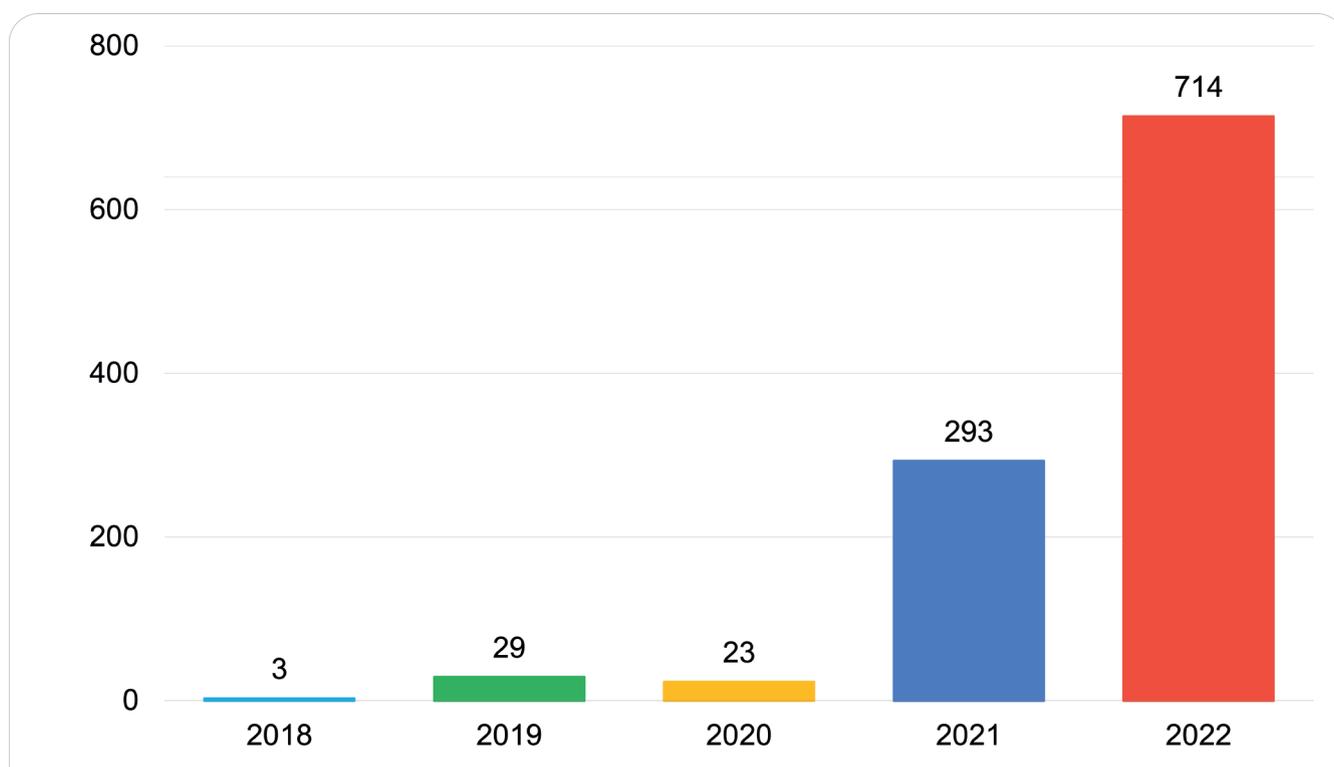
Caminhões Médios Elétricos no Cenário Brasileiro

Assim como os ônibus urbanos, os caminhões elétricos apresentaram um crescimento relevante no número de licenciamentos, no país, nos últimos anos. Por certo que se trata de valores mínimos quando comparados ao volume de licenciamentos totais, somente 0,56% dos caminhões, em 2022, eram eletrificados. Todavia, cabe salientar que o transporte rodoviário de cargas é segmento com

mais dificuldades, em termos de eletrificação, no mundo. Segundo o Global EV Outlook (IEA, 2023), o percentual global de vendas de caminhões elétricos foi 1,2%, em 2022, e 85% dessas vendas foram realizadas na China.

No Brasil, a referida expansão é ilustrada pelo Gráfico 3, que traz o número de caminhões eletrificados licenciados nos últimos anos.

Gráfico 3 – Caminhões eletrificados licenciados no Brasil (2018-2022)



Fonte: elaboração própria com base em (ANFAVEA, 2023).

Ao julgar pela taxa de crescimento (143% de 2021 para 2022), projeta-se uma expansão consistente dos caminhões elétricos no mercado nacional. Porém, é necessário considerar, além dos valores totais pouco expressivos, uma série de

dificuldades relacionadas à difusão da tecnologia no contexto nacional. Essas envolvem tanto aspectos econômicos, como o custo elevado dos caminhões elétricos, em comparação com os convencionais, quanto aspectos tecnológicos e

logísticos, vinculados à capacidade de carga dos veículos e à extensão da malha rodoviária nacional.

Não por acaso, os caminhões elétricos comercializados no país são caminhões médios, voltados para operações urbanas. Isso ocorre porque as distâncias a serem percorridas em operações rodoviárias excedem em muito a autonomia disponível nos modelos atuais; o mesmo pode ser afirmado em relação à capacidade de carga destes caminhões. Neste ponto, há uma barreira tecnológica a ser superada, pois a expansão da autonomia está relacionada ao aumento da bateria e, conseqüentemente, ao aumento do peso do caminhão, o que implica um ciclo vicioso de expansão dos volumes que se mostra pouco eficiente. Soma-se a isso a questão da infraestrutura

de recarga precária na malha rodoviária, que impossibilita operações de longas distância para determinadas regiões.

Por conseguinte, a grande maioria de modelos elétricos ofertados no mercado nacional são caminhões médios, voltados para aplicações urbanas. Estes modelos têm como vantagem a possibilidade de circular em zonas restritas a caminhões maiores nas grandes metrópoles e a isenção do rodízio em São Paulo. Os únicos modelos que fogem a essa tendência são os semipesados JAC E-JT18 e BYD eT18 21.250. Porém, como será visto a seguir, não há registro de licenciamento destes modelos em 2022. O Quadro 4 demonstra as montadoras de caminhões elétricos ofertados no Brasil.

Quadro 4 - Montadoras de caminhões elétricos e características dos modelos ofertados no Brasil (não exaustivo)

Montadora	Modelo	PBT (ton)	Autonomia (km)	Eixos	Comprimento (m)	Bateria
	E-JT9,5	9,5	220	2	5,995	Fosfato de ferro-lítio
	iEV1200T	7,5 a 8,5	200	2	5,995	Fosfato de ferro-lítio
	E-JT 12,5	12,5	160-250	3	6,000	Fosfato de ferro-lítio
	E-JT18	17-26	350	2-3	8,725	Fosfato de ferro-lítio
	e-Delivery 11	11,4	110-250	2	6,302	Íons de lítio
	e-Delivery 14	14,5	110-250	3	6,901	Íons de lítio
	eT7 12.220	11,8	230	2	6,955	Fosfato de ferro-lítio
	eT18 21.250	21	165	2	8,100	Fosfato de ferro-lítio

Fonte: elaboração própria com base em informações das fabricantes.

Outro aspecto relevante é o fato de a maioria destes caminhões serem importados. Os únicos modelos produzidos no Brasil são os e-Delivery, da Volkswagen Caminhões e Ônibus (VWCO)⁵.

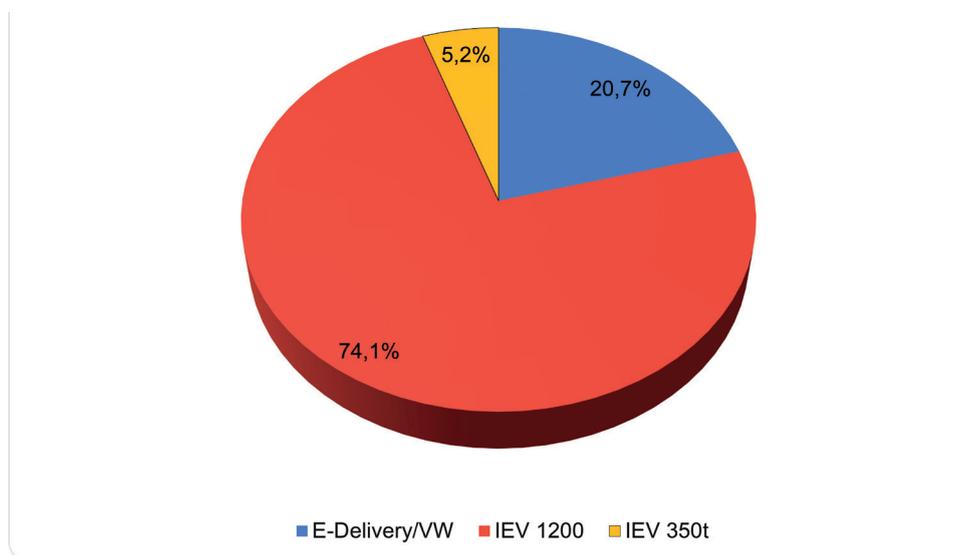
Lançados oficialmente em julho de 2021, os caminhões e-Delivery são produzidos no complexo de Resende (RJ), onde também está sendo desenvolvido o chassi de ônibus elétrico da VWCO. Ambos são fruto do e-Consórcio, consórcio para a produção elétricos no Brasil, em que participam dez empresas, envolvidas em diferentes atividades de produção, engenharia, fornecimento de infraestrutura de recarga e manutenção. São elas a WEG (motores elétricos, inversor de tração), CATL e Grupo Moura (células para baterias lítio, montagem da bateria, manutenção e destinação final das baterias), Eletra (desenvolvimento do chassi e montagem de protótipos), BOSCH (sistemas de gerenciamento eletrônico), Meritor (eixos elétricos), Semcom (desenvolvimento da tração elétrica, montagem dos protótipos), Siemens (infraestrutura e estações de recarga), ABB (carregadores e consultoria técnica)

e GD Solar (painéis fotovoltaicos para a recarga) (BARASSA et al., 2022).

Além disso, o e-Delivery é primeiro caminhão elétrico da Volkswagen, e o primeiro caminhão elétrico desenvolvido e produzido em território nacional. O que possibilita, um elevado índice de conteúdo local, apesar do grande número de componentes importados para sua produção. Apesar de ser voltado para o mercado nacional, a VWCO já anunciou a intenção de exportar o caminhão para outros mercados da América Latina.

A JAC Motors, por seu turno, é a empresa líder em vendas de caminhões elétricos no contexto brasileiro (Gráfico 4). A empresa de capital chinês importa diferentes modelos de caminhões elétricos, mas tem como principal destaque o iEV1200T. Lançado em setembro de 2020, foi o primeiro caminhão elétrico para operações urbanas à venda no Brasil. Outro modelo elétrico que teve um sucesso expressivo foi o iEV350T, veículo de carga urbana com PBT de 3,7 t, carga útil, de 1,7 t e autonomia anunciada de 350 km, porém, este modelo não se encontra mais no catálogo da empresa.

Gráfico 4 - Distribuição percentual de modelos de caminhões eletrificados vendidos em 2022, no Brasil



Fonte: elaboração própria com base em (ANFAVEA, 2023).

⁵ Há que se ponderar também o desenvolvimento de produtos pela Fábrica Nacional de Mobilidade (FNM), a qual anunciou a produção de dois modelos de caminhões elétricos, nas instalações da Agrale, em Caxias do Sul (RS). Porém, os caminhões não foram lançados no mercado até o momento da publicação deste anuário e portanto, não foram listados nesta análise.

Já no catálogo da BYD constam dois modelos de caminhões elétricos, disponíveis para o mercado brasileiro. Trata-se de um caminhão médio e um semipesado. Segundo a empresa, as principais vantagens dos caminhões são as múltiplas aplicações possíveis e a redução da emissão de carbono. Os referidos modelos são importados, mas há expectativas que, com o anúncio das novas fábricas em Camaçari (BA), caminhões elétricos da BYD venham a ser produzidos no Brasil (AGÊNCIA GOV, 2023).

Chama a atenção, nesta configuração de produtores de caminhões elétricos, a ausência de

montadoras tradicionais de pesados no Brasil, tais como a Mercedes, DAF e a Volvo. A exceção fica por conta da VWCO, que decidiu apostar na transição para mobilidade elétrica também no transporte de cargas. O que aponta, novamente, para o posicionamento efetivo das empresas chinesas, no mercado de caminhões elétricos, mas sob a ameaça da entrada de empresas tradicionais no setor.

Por consequência, essa dinâmica de disputa expressa-se também nos compradores. Os principais frotistas de caminhões elétricos no Brasil se dividem entre os caminhões da JAC e da VWCO (Quadro 5).

Quadro 5 - Principais frotistas de caminhões elétricos no Brasil (exemplos não exaustivos)

Empresa	Especialidade	Origem da frota	Caminhões
Ambev	Fabricante de bebidas	JAC e VWCO	255
JBS	Alimentos à base de proteína	JAC	200
DHL	Serviços de logística	JAC	40
Coca Cola Femsa	Fabricante de bebidas	VWCO	31
Magazine Luiza	Varejo	JAC	23
Pepsico	Alimentícia e bebidas	JAC	10
Heineken	Fabricante de bebidas	JAC	5

Fonte: elaboração própria a partir de fontes secundárias.

Movidas, principalmente, pelas suas agendas ESG, essas empresas têm incorporado caminhões elétricos a suas frotas desde 2020, como estratégia para redução na emissão de gases de efeito estufa e aumento na eficiência de suas operações logísticas. Em sua maioria, são empresas de alimentos e bebidas, que adquiriram os caminhões elétricos e passaram a operação para parceiros logísticos.

Destaca-se na lista a Ambev, empresa brasileira, fabricante de bebidas, cujo compromisso

de curto prazo é reduzir em 25% as emissões de carbono na sua cadeia de valor até 2025. Para isso, a empresa espera contar com uma frota de 50% de caminhões elétricos até essa data. Outra empresa líder na eletrificação de cargas é a JBS, empresa brasileira do setor de alimentos, firmou o compromisso de atingir a neutralidade de carbono até 2040. O compromisso gerou a oportunidade de um novo negócio, uma empresa especializada na locação de caminhões elétricos (No Carbon),

inicialmente voltada para as operações logísticas da própria JBS.

Em menor escala, todas as empresas citam os compromissos com a redução das emissões como fator para a eletrificação das frotas. Outro ponto em comum entre as empresas listadas é a necessidade de uma distribuição capilarizada em

grandes centros urbanos. Esse aspecto viabiliza a operação em distâncias médias e oportuniza o uso irrestrito dos veículos em áreas de circulação urbana. Outro elemento importante para essa equação é o fato de operadores terem garagens ou centros operacionais que suportam a instalação de estações de recarga e manutenção dos caminhões elétricos.

2.3

Considerações finais e perspectivas

A partir desse capítulo, viu-se que os ônibus elétricos apresentam atributos notáveis, tais como a mitigação das emissões de poluentes locais e gases de efeito estufa, promovendo, assim, o aprimoramento da qualidade do ar e o combate às mudanças climáticas. De forma complementar, destacam-se por sua operação silenciosa, contribuindo para a redução do ruído urbano. Ainda, a eficiência energética é inerente a esses veículos, graças à eficácia na conversão da energia pelos motores elétricos em comparação com motores a combustão interna. No entanto, enfrentam desafios, como a necessidade de infraestrutura de recarga, custos iniciais mais elevados e a limitação da autonomia das baterias para algumas operações específicas, que pode demandar recargas frequentes.

Ainda, foi possível constatar uma agenda mais dinâmica em prol da descarbonização por parte dos governos municipais. Um exemplo a ser destacado é a atuação da prefeitura de São Paulo, que, por meio da promulgação da Lei Municipal nº 16.802, em 2018, doravante denominada como "Lei do Clima", delineou uma estratégia visando à eliminação gradual das emissões de dióxido de carbono (CO₂) provenientes da frota de ônibus, com um prazo estipulado até o ano de 2038.

É pertinente mencionar a crescente presença de novos participantes e produtos no mercado, evidenciando uma maior amplitude da oferta tecnológica. A Mercedes-Benz lançou o chassi eO500U, desenvolvido localmente, enquanto a Volkswagen e a Volvo também planejam expandir suas operações nesse segmento. Além disso, a Higer Bus, uma das maiores fabricantes globais de ônibus elétricos, está estabelecendo uma fábrica de montagem no Ceará, promovendo a fabricação local e contribuindo para atender à crescente demanda por ônibus elétricos em São Paulo. Empresas como Eletra, BYD e Marcopolo, também demonstram competências destacáveis e estão se

aprimorando para permanecerem competitivas no mercado. A Eletra inaugurou uma nova instalação produtiva em São Bernardo do Campo, enquanto a BYD mantém uma linha de montagem de chassis e uma fábrica de baterias no Brasil. A Marcopolo, conhecida por sua tradição em encarroçamento, desenvolveu seu próprio ônibus elétrico em parceria com fornecedores nacionais. Esses movimentos demonstram a diversificação e expansão da cadeia ao passo da ampliação do mercado de ônibus elétricos no Brasil, à medida que as montadoras tradicionais e empresas pioneiras buscam atender às crescentes demandas por veículos mais sustentáveis.

Sobre os caminhões elétricos pesados observou-se, nos últimos anos, um crescimento significativo na oferta de produtos relacionados aos caminhões elétricos no mercado brasileiro, refletindo a crescente demanda e interesse por parte de empresas que buscam aprimorar sua eficiência operacional, reduzir custos e alinhar-se às práticas de sustentabilidade, particularmente relacionadas às políticas ESG. Fabricantes estabelecidos e novos players ingressaram no mercado, disponibilizando uma variedade de modelos de caminhões elétricos, desde veículos leves para entregas urbanas até caminhões pesados de longo alcance. Exemplos notáveis incluem os modelos da Volkswagen Caminhões e Ônibus, que já demonstram a produção de caminhões elétricos no Brasil.

Na análise das implicações dos caminhões elétricos, é possível destacar diversas vantagens e desvantagens inerentes a essa tecnologia. As vantagens incluem reduções significativas nas emissões de gases de efeito estufa, resultando em menor poluição do ar e impacto ambiental. A redução de ruído, característica dos motores elétricos, contribui para a redução da poluição sonora, permitindo entregas noturnas. Além disso, os caminhões elétricos apresentam custos operacionais mais baixos, pois a eletricidade é

mais econômica do que a gasolina ou o diesel, e requerem menos manutenção devido à presença de menos peças móveis. A eficiência energética dos motores elétricos supera outras alternativas de emissão zero, tornando-os uma opção altamente eficaz.

No entanto, as desvantagens dos caminhões elétricos também merecem consideração. A principal desvantagem é a limitada autonomia desses veículos, que geralmente é influenciada

pelo tamanho das baterias e, conseqüentemente, pelo aumento do peso do veículo. O tempo de recarga das baterias é mais longo em comparação ao abastecimento de combustíveis tradicionais, variando de 1,5 a 7 horas, dependendo do modelo e da infraestrutura disponível. Além disso, os preços iniciais dos caminhões elétricos tendem a ser mais elevados do que os modelos com motores de combustão interna, embora se espere que essa diferença diminua gradualmente.

Referências Bibliográficas

ABVE_DATA. Dados de Mercado da Mobilidade Elétrica no Brasil. **Associação Brasileira do Veículo Elétrico ABVE**, 2023.

AGÊNCIA GOV. **Bahia terá novas fábricas de veículos elétricos com foco em sustentabilidade**. Disponível em: <<https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202310/bahia-instalacao-de-fabricas-de-veiculos-eletricos-e-centro-de-p-d-sao-a-nova-industrializacao-diz-alcmin-1>>. Acesso em: 13 out. 2023.

ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. **Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira**. Disponível em: <<https://anfavea.com.br/site/anuarios/>> Acesso em: 12 out. 2023.

Autodata. VW Caminhões e Ônibus apresenta protótipo de ônibus elétrico. Disponível em: <https://www.autodata.com.br/noticias/2023/05/23/vw-caminhoes-e-onibus-apresenta-prototipo-de-onibus-eletrico/56381/>. Acesso em: 31 out. 2023.

BARASSA, E. et al. **Oferta de ônibus elétrico no Brasil em um cenário de recuperação econômica de baixo carbono**. Santiago. Disponível em: <<https://www.cepal.org/pt-br/publicaciones/47833-oferta-onibus-eletrico-brasil-cenario-recuperacao-economica-baixo-carbono>>. Acesso em: 12 out. 2023.

BYD. BYD e o Brasil: uma história de sucesso. Disponível em: <https://www.byd.com.br/byd-e-o-brasil-uma-historia-de-sucesso/>. Acesso em: 31 out. 2023.

Curitiba - Prefeitura Municipal. Ao completar 330 anos, Curitiba se aproxima da eletromobilidade. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/especiais/ao-completar-330-anos-curitiba-se-aproxima-da-eletromobilidade/41>. Acesso em: 31 out. 2023.

Curitiba - Prefeitura Municipal. Ônibus elétricos atendem a medidas do Plano de Ação Climática. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/onibus-eletricos-atendem-a-medidas-do-plano-de-acao-climatica/65358>. Acesso em: 31 out. 2023.

Diário do Transporte. Mercedes-Benz começa produção do chassi elétrico E0500U no fim do ano. Disponível em:

<https://diariodotransporte.com.br/2022/07/13/mercedes-benz-comeca-producao-do-chassi-eletrico-eo500u-no-fim-do-ano/>. Acesso em: 31 out. 2023.

E-BUS RADAR. **ÔNIBUS ELÉTRICOS NA AMÉRICA LATINA**. 2023. Disponível em: <https://www.ebusradar.org/>. Acesso em: 12 out. 2023.

Eletrabus. Ônibus Elétrico Puro. Disponível em: <https://www.eletrabus.com.br/eletrico-puro/>. Acesso em: 31 out. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Balanço Energético Nacional 2023. Brasília MME, 2023.

Estadão - Estradao. Ônibus Volvo BZL 100% elétrico chega ao Brasil em junho. Disponível em: <https://estradao.estadao.com.br/onibus/onibus-volvo-bzl-100-eletrico-chega-ao-brasil-em-junho/>. Acesso em: 31 out. 2023.

Estadão - Mobilidade. Eletrificação de massa. Disponível em: <https://mobilidade.estadao.com.br/inovacao/eletrificacao-de-massa/>. Acesso em: 31 out. 2023.

Higer. Ônibus Elétrico. Disponível em: <https://www.higer.com.br/eletrico>. Acesso em: 31 out. 2023.

IEA, I. E. A. Global EV Outlook 2023: Catching up with climate ambitions.. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023/executive-summary>. Acesso em: 6 out. 2023.

Marcopolo. Ônibus Urbanos Attivi. Disponível em: <https://onibus.marcopolo.com.br/produtos/urbanos/attivi>. Acesso em: 31 out. 2023.

Prefeitura de São José dos Campos. São José terá frota 100% elétrica no transporte coletivo urbano. Disponível em: <https://www.sjc.sp.gov.br/noticias/2022/marco/03/sao-jose-tera-frota-100-eletrica-no-transporte-coletivo-urbano/>. Acesso em: 31 out. 2023.

Prefeitura de São José dos Campos. VLPs começam a rodar em fase experimental na Linha Verde. Disponível em: <https://www.sjc.sp.gov.br/noticias/2022/agosto/01/vlps-comecam-a-rodar-em-fase-experimental-na-linha-verde/>. Acesso em: 31 out. 2023.

PRIETO, C. **São Paulo começa a operar primeiro lote de 50 ônibus elétricos**. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2023/09/18/so-paulo-comeca-operar-primeiro-lote-de-50-nibus-eltricos.ghtml>. Acesso em: 6 out. 2023.

RAMOS, A. **Ônibus brasileiro Mercedes-Benz e0500U estreia no Busworld**. Disponível em: <https://estradao.estadao.com.br/onibus/onibus-brasileiro-mercedes-benz-eo500u-estreia-no-busworld/>. Acesso em: 5 out. 2023c.

RAMOS, A. **Ônibus Volvo BZL 100% elétrico chega ao Brasil em junho**. Disponível em: <https://estradao.estadao.com.br/onibus/onibus-volvo-bzl-100-eletrico-chega-ao-brasil-em-junho/>. Acesso em: 7 out. 2023a.

RAMOS, A. **Volkswagen lança o e-Volksbus, seu primeiro ônibus elétrico no Brasil**. Disponível em: <https://estradao.estadao.com.br/onibus/volkswagen-lanca-o-e-volksbus-seu-primeiro-onibus-eletrico-no-brasil/>. Acesso em: 5 out. 2023b.

Revista Autobus. Volta Redonda com ônibus elétricos da BYD. Disponível em: <https://revistaautobus.com.br/volta-redonda-com-onibus-eletricos-da-byd/>. Acesso em: 31 out. 2023.

SEEG. Sistema de Estimativas Emissões e Remoções de Gases Efeito Estufa. Análise das emissões brasileiras de Gases Efeito Estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil 1970-2021. Observatório do Clima, 2023. Disponível em: <https://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2023/03/SEEG-10-anos-v4.pdf>. Acesso em 14 de nov. 2023.

VENDITTI, M. S. **Fabricantes preparam ônibus elétricos para transporte público.** Disponível em: <https://mobilidade.estadao.com.br/inovacao/fabricantes-preparam-onibus-eletricos-para-transporte-publico/>. Acesso em: 11 out. 2023b.

VENDITTI, M. S. **Higer e Marcopolo na briga pelo mercado de ônibus elétricos.** Disponível em: <https://mobilidade.estadao.com.br/meios-de-transporte/higer-e-marcopolo-na-briga-pelo-mercado-de-onibus-eletricos/>. Acesso em: 5 out. 2023a.

WRI Brasil. Salvador inaugura BRT com ônibus elétricos. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/atividades/salvador-inaugura-brt-onibus-eletricos>. Acesso em: 31 out. 2023.

SEEG. Sistema de Estimativas Emissões e Remoções de Gases Efeito Estufa. Análise das emissões brasileiras de Gases Efeito Estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil 1970-2021. Observatório do Clima, 2023. Disponível em: <https://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2023/03/SEEG-10-anos-v4.pdf>. Acesso em 14 de nov. 2023.

CAPÍTULO 3.

IMPLEMENTAÇÃO E DIFUSÃO DA INFRAESTRUTURA DE RECARGA: CORREDORES ESTRATÉGICOS E HUBS DE RECARGA RÁPIDOS EM MARCHA



ROBSON CRUZ

Fundador da Barassa & Cruz Consulting e Otsmah Recursos Energéticos Sustentáveis. Engenheiro Mecânico/ Especialista Automotivo (UNESP/USP)



RODRIGO WOLFFENBÜTTEL

Técnico em Assuntos Educacionais na Secretaria de Educação a Distância da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Doutor em Sociologia pelo Programa (PPGS / UFRGS). Pesquisador do Grupo de Estudos da Inovação/ UFRGS.



EDGAR BARASSA

Fundador da Barassa & Cruz Consulting e Otsmah Recursos Energéticos Sustentáveis. Doutor em Política Científica e Tecnológica (DPCT/IG/ UNICAMP)

REVISORES



RAFAEL AUGUSTO SEIXAS REIS DE PAULA

Analista de Prospecção e Oportunidades da Fundep. Membro do time de Prospecção e Captação da PNME



LUCAS GONÇALVES DORNELAS

Analista de Prospecção e Oportunidades da Fundep. Membro do time de Prospecção e Captação da PNME.

Introdução

A infraestrutura de recarga para veículos elétricos tem experimentado notável crescimento nos últimos anos no Brasil. Esse avanço é resultado de uma série de fatores que transformaram o cenário da mobilidade elétrica no país. Dentre esses, destacam-se (1) a expansão da frota de veículos, que demandam mais estações de recarga, (2) o advento crescente de empresas dedicadas à infraestrutura de recarga, (3) a implementação paulatina da cobrança pelo serviço de recarga, (4) o desenvolvimento de novos modelos de negócios e (5) o fortalecimento de parcerias entre os diferentes atores, sejam eles de públicas ou privados, incluindo montadoras, estacionamentos, shoppings, redes de supermercados, locadores de veículos, empresas que operam frotas, entre outros. Em um contexto no qual, no passado, as iniciativas de infraestrutura se limitavam a projetos pilotos e demonstrativos, atualmente, observa-se a consolidação de um mercado efetivo voltado a soluções de infraestrutura e seus serviços associados.

Desta forma, cada vez mais ampliam-se os estabelecimentos comerciais e empresas de serviços com crescente interesse em disponibilizar a infraestrutura de recarga como um benefício adicional aos seus clientes, fortalecendo ainda mais a penetração dessa tecnologia na sociedade.

Ou seja, o crescimento da infraestrutura de recarga se relaciona diretamente com o aumento da difusão de veículos elétricos nas cidades e rodovias, como explorado nos capítulos anteriores deste anuário. À medida que a frota de veículos elétricos se expande, surge a demanda de uma infraestrutura de recarga igualmente ampla e acessível, a fim de garantir conveniência de uso dessa tecnologia, principalmente para o cumprimento de maiores distâncias.

Acrescenta-se aos fatos mencionados que o Brasil, do ponto de vista regulatório, deu um

passo significativo em 2022 com o lançamento do Primeiro Roadmap Nacional para a Infraestrutura de Recarga. A iniciativa, que teve anuência, orientação e acompanhamento da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), foi tratada como a II reunião da RISE (Rede de Inovação do Setor Elétrico), sendo assim, uma continuidade no fortalecimento do ecossistema de inovação desta temática. Esta atividade contou com o apoio complementar de múltiplos atores e stakeholders como: Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica (PNME), via seu GT de Infraestrutura, Associação Brasileira de Engenharia Automotiva (AEA) e outros. Esse Roadmap foi construído coletivamente e em consenso, e se tornou um instrumental relevante para o ecossistema, pois foi capaz de apontar os caminhos necessários para o alcance de uma visão de futuro para os principais habilitadores da infraestrutura de recarga para os próximos 10 anos.

Assim, verifica-se que a infraestrutura de recarga desempenha um papel fundamental na evolução da eletrificação veicular, pois deve oferecer segurança aos proprietários dos veículos elétricos e garantir robustez operacional aos frotistas através da recarga segura e confiável.

É a partir desse cenário de transformação que empreenderemos a discussão deste capítulo. Na primeira seção, examinaremos os números de crescimento das estações de recarga normais e semirrápidas ao longo dos anos, buscando compreender as razões para esse crescimento. Além disso, analisaremos a relação entre o número de veículos elétricos e o número de pontos de recarga. A segunda seção se aprofundará na análise dos hubs de recarga, que são centros de recarga de alta potência com múltiplas estações de recarga, e dos corredores estratégicos que conectam as principais rodovias em todo o país, melhorando a segurança

e conveniência das viagens de longa distância. Cabe salientar que a exposição das iniciativas não pretende exaurir a realidade nacional, antes, busca ilustrar, através de uma pequena amostra intencional, o que está ocorrendo no país em

termos de hubs de recarga e corredores estratégicos. Finalmente, nas considerações finais, resumiremos as principais conclusões deste capítulo, destacando a importância da infraestrutura de recarga para o avanço da mobilidade elétrica no Brasil.

3.1

Estações de Recarga: Crescimento e Impacto

Quanto às estações de recarga normais e semirrápidas, podemos dizer que houve um desenvolvimento notável no Brasil nos últimos anos. Em 2019, havia aproximadamente 220 unidades dessas estações em todo o país, instaladas em espaços públicos e semipúblicos, como shoppings e estabelecimentos comerciais. Sobre as estações rápidas, não passavam de duas dezenas em operação (BARASSA et al., 2022).

No ano de 2020, que foi marcado pela pandemia e por um cenário complexo de incertezas e novos investimentos, registrou-se um aumento do inventário das estações semirrápidas para 500 unidades. Esse crescimento superou as expectativas, considerando o contexto de retração econômica e indefinições predominantes (PNME, 2021).

Em 2021, foi observado mais um aumento significativo, com o Brasil ultrapassando a marca de aproximadamente 800 estações semirrápidas. Sobre as estações rápidas, neste ano, registrou-se cerca de 50 estações instaladas ou em comissionamento/negociação, fruto e resultado direto dos projetos de P&D da Chamada Estratégica 22/2018 da ANEEL. Esse crescimento, também, acompanhou o aumento das vendas de veículos elétricos, conforme já abordado em capítulos anteriores. No entanto, podemos dizer que o verdadeiro avanço ocorreu no ano de 2022, quando o número conjunto de estações rápidas/semirrápidas em operação alcançou aproximadamente 3.000

unidades (VENDITTI, 2023b). Esse incremento está intrinsecamente ligado ao crescimento do mercado de veículos elétricos, influenciado de forma relevante por políticas de responsabilidade social e ambiental adotadas pelas empresas, e ao reconhecimento por parte de estabelecimentos comerciais e de shoppings do valor agregado que esse tipo de infraestrutura pode oferecer aos respectivos negócios.

Atualmente, cerca de 3.800 estações de recarga em estão em operação no Brasil. Número que reflete a consolidação do crescimento da infraestrutura e sinaliza a continuidade desse progresso nos próximos anos, que apontam para cerca de 10.000 estações em 2025 (VENDITTI, 2023b). Dentre essas 3.800, segundo a plataforma PLUGSHARE (2023), aproximadamente 250 são do tipo rápidas e o restante semirrápidas. De fato, o número atual de estações revela o apetite deste mercado e o crescimento de novas empresas e atores realizando a cobrança desse serviço.

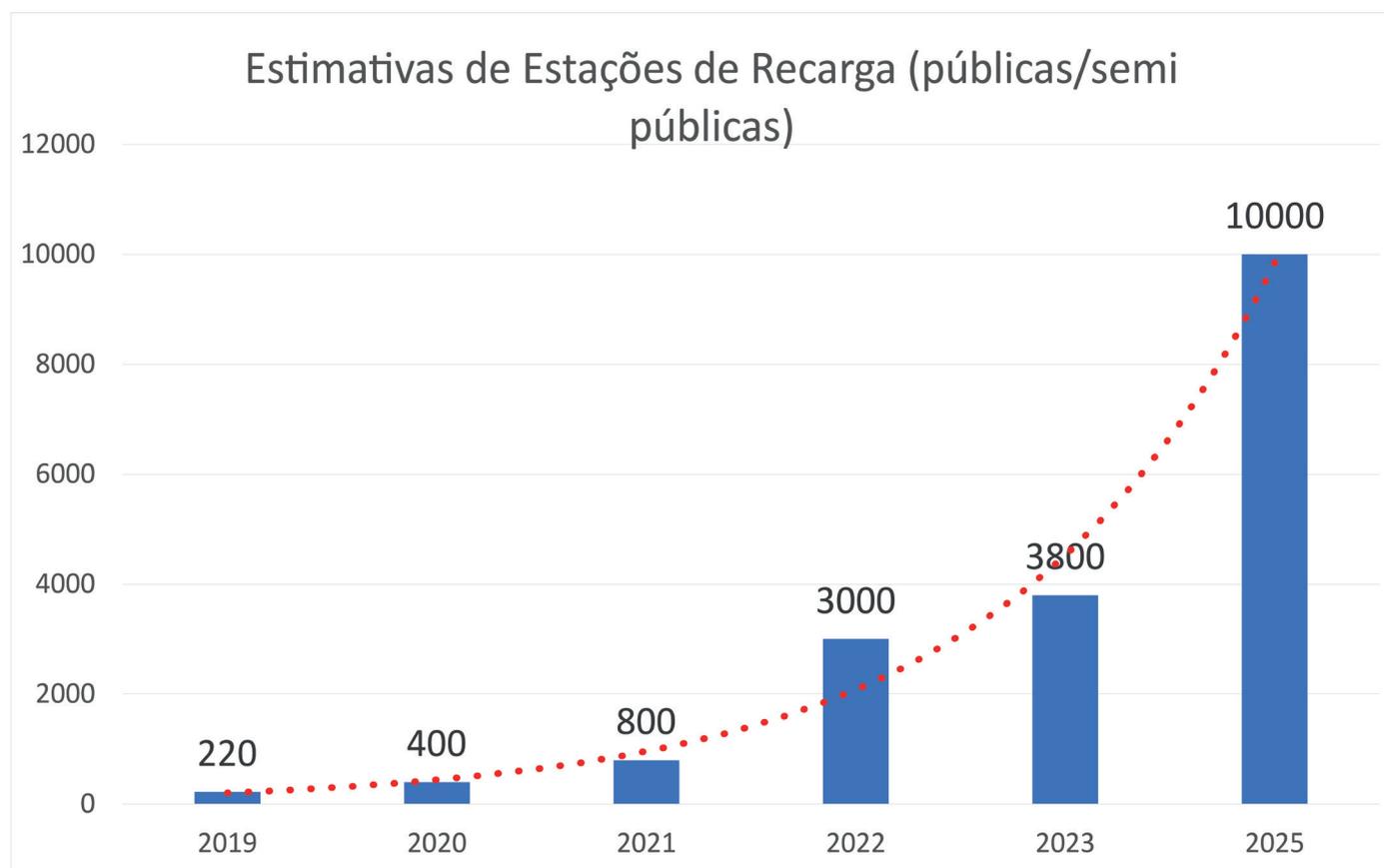
Essas estações de recarga desempenham papel crucial para a difusão dos veículos elétricos no país, pois, à medida que a penetração dos elétricos no mercado aumenta, a recarga pública torna-se cada vez mais importante para sustentar a adoção de veículos elétricos, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas, onde o acesso à recarga residencial pode ser limitado.

¹ Estações de recarga semirrápidas em corrente alternada (CA), sendo classificadas por faixa de potência, são especificadas entre 11kW e 22 kW. As estações lentas e normais, também em CA, têm potência de 3,7kW e 7,4kW, respectivamente.

² Estações rápidas são comumente classificadas entre a potência de 50kW e 100kW, em corrente contínua (CC).

³ Consultar, <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/pesquisa-e-desenvolvimento/projetos-de-chamada-estrategica>.

Gráfico 1 - Estimativas de Estações de Recarga (públicas/semipúblicas)



Fonte: elaboração própria a partir de (PNME, 2021;2022; VENDITTI, 2023b)

Nota1: para o ano de 2023, considera-se dados parciais até o mês de agosto

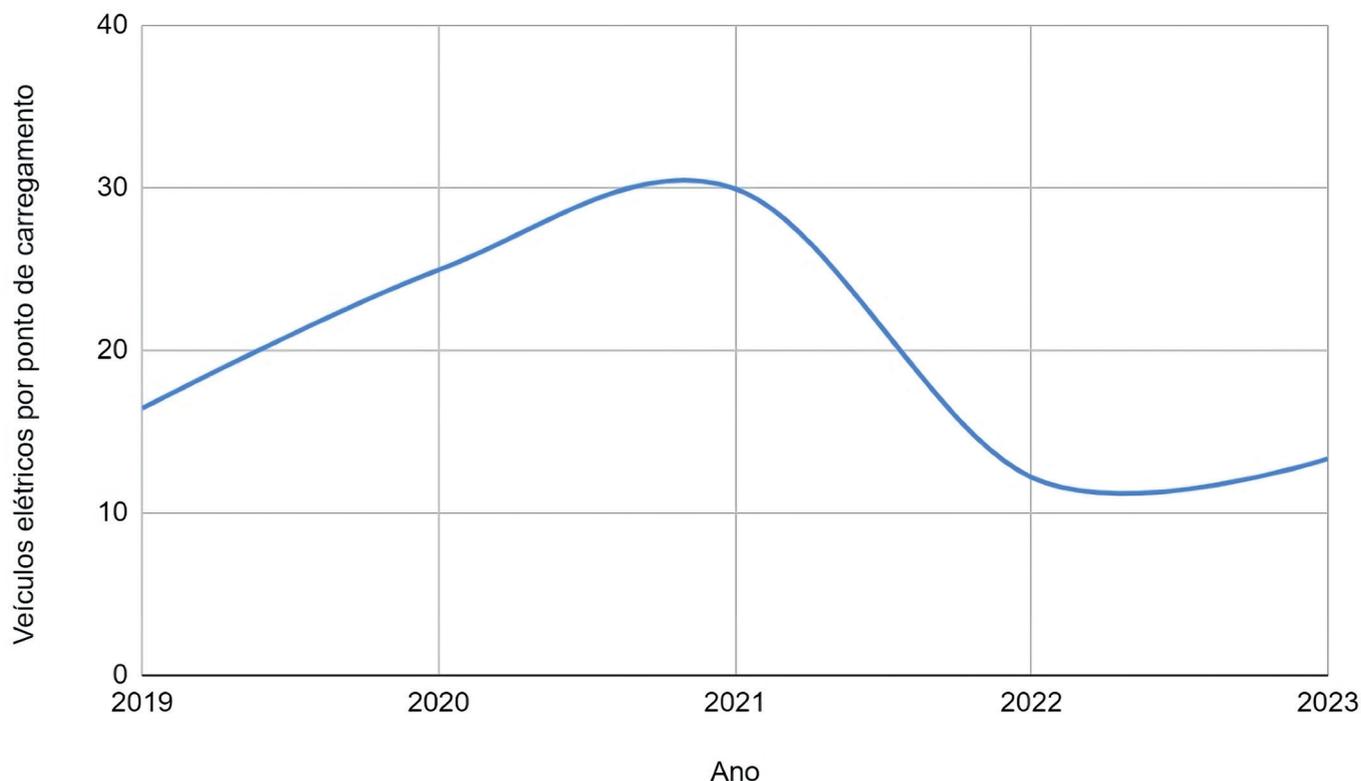
Nota 2: estimativas para 2025 extraídas a partir de GRUPO DE INFRAESTRUTURA DA ABVE citado por VENDITTI, 2023b).

Sob outra perspectiva de análise, segundo a Diretiva de Infraestrutura de Combustíveis Alternativos (Afid), a razão recomendada de veículos elétricos por estações de recarga públicas é de 10 veículos para cada equipamento (IEA, 2021). No entanto, essa razão tende a variar entre diferentes países, conforme a disponibilidade da recarga doméstica. Por exemplo, nos Estados Unidos e na Noruega, tendo em vista o percentual elevado de residências unifamiliares com possibilidade de instalar estações domésticas, a taxa de veículo elétrico por equipamento é bem superior a 10 (24 e 30, respectivamente). Ao passo que em países

como Coreia do Sul e Países Baixos são inferiores a 5 veículos elétricos por equipamento (IEA, 2023).

No Brasil, considerando as estações públicas e semipúblicas, e apenas os automóveis com conexão com a rede externa (BEV+PEHV) em circulação, é possível observar (Gráfico 2) um crescimento na razão VE/estação até 2021, fruto da expansão constante da frota. Em 2022, esta razão reduziu bruscamente, em função da expansão da disponibilidade de equipamentos (mais que triplica no interstício entre 2021 e 2022) porém, volta a crescer em 2023, tendo em vista o aumento na venda de elétricos plugin no período.

Gráfico 2 - Veículos elétricos por ponto de recarga (pública e semipública), entre 2019 e 2023



Fonte: elaboração própria a partir de (PLUGSHARE, 2023)

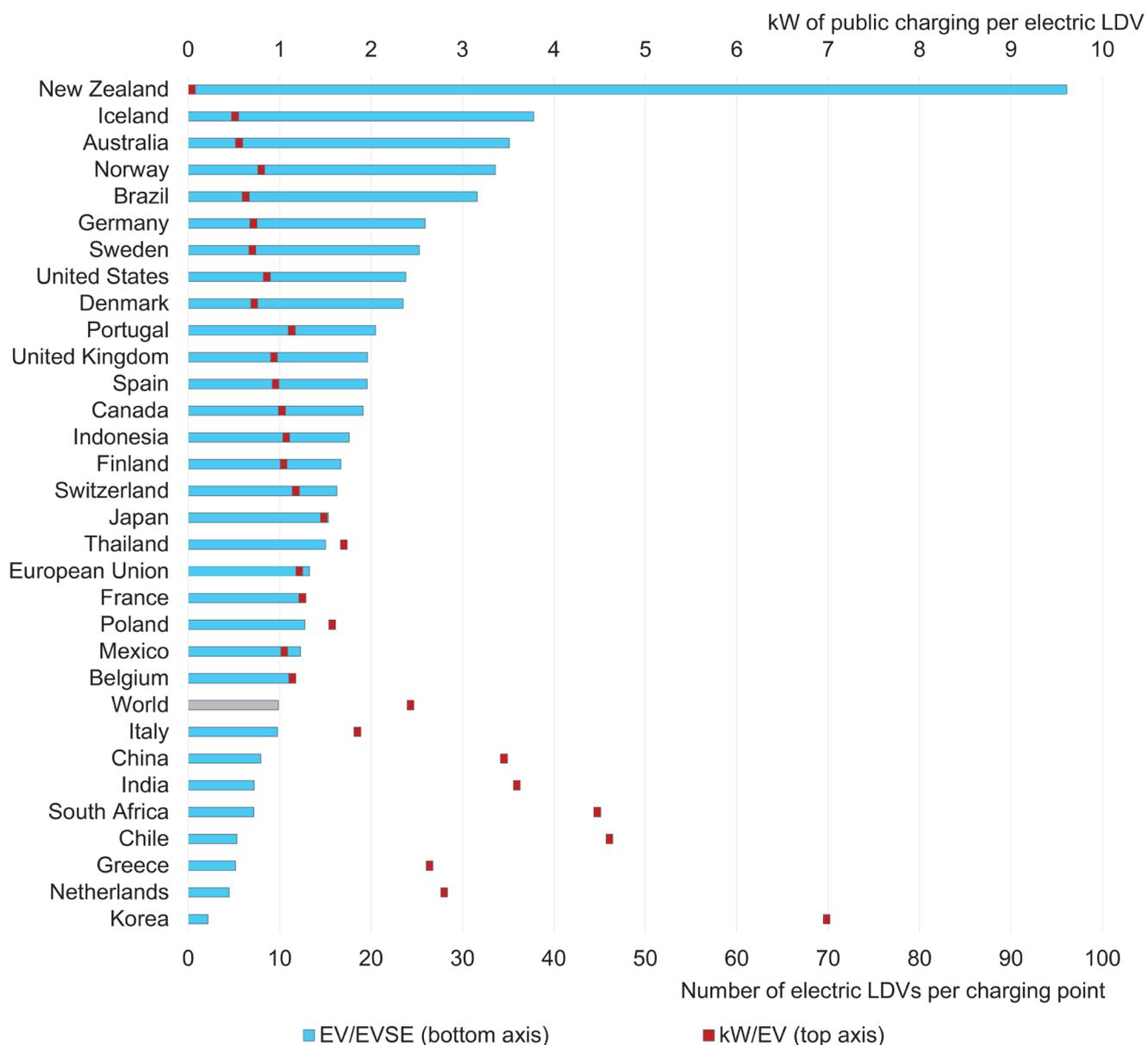
Nota: para o ano de 2023, considera-se dados parciais até o mês de agosto

Tão importante quanto o número de estações de recarga, é a potência envolvida no evento de recarga pública/semipública por veículo elétrico, dado que as estações rápidas podem atender um número maior de veículos que as semirrâpidas. Segundo a IEA (2023), a potência média global na recarga pública por veículo leve elétrico é de cerca de 2,4 kW. No Brasil, considerando apenas os equipamentos públicos, são mais de 30 veículos por estação e a potência média é de menos de 1kW para cada VE (Gráfico 3). Este dado é relevante para situar o país em relação aos demais, porém,

é importante ressaltar que a proporção ideal de veículos elétricos por estação não é um dado fixo, pois depende das condições locais e das necessidades e hábitos dos usuários.

Assim como a Noruega e Estados Unidos, o Brasil tem uma densidade demográfica e uma dinâmica urbana favorável a instalação de estações de recarga domésticas. Além disso, a presença expressiva de veículos híbridos, que não demandam a recarga por fonte externa, pode ser considerada como um fator atenuante para estrutura pública de recarga.

Gráfico 3 - Número de veículos elétricos por ponto de recarga pública e potência (kW) por veículo elétrico, 2022.



Fonte: IEA, 2023.

3.2

Hubs de Recarga e corredores estratégicos

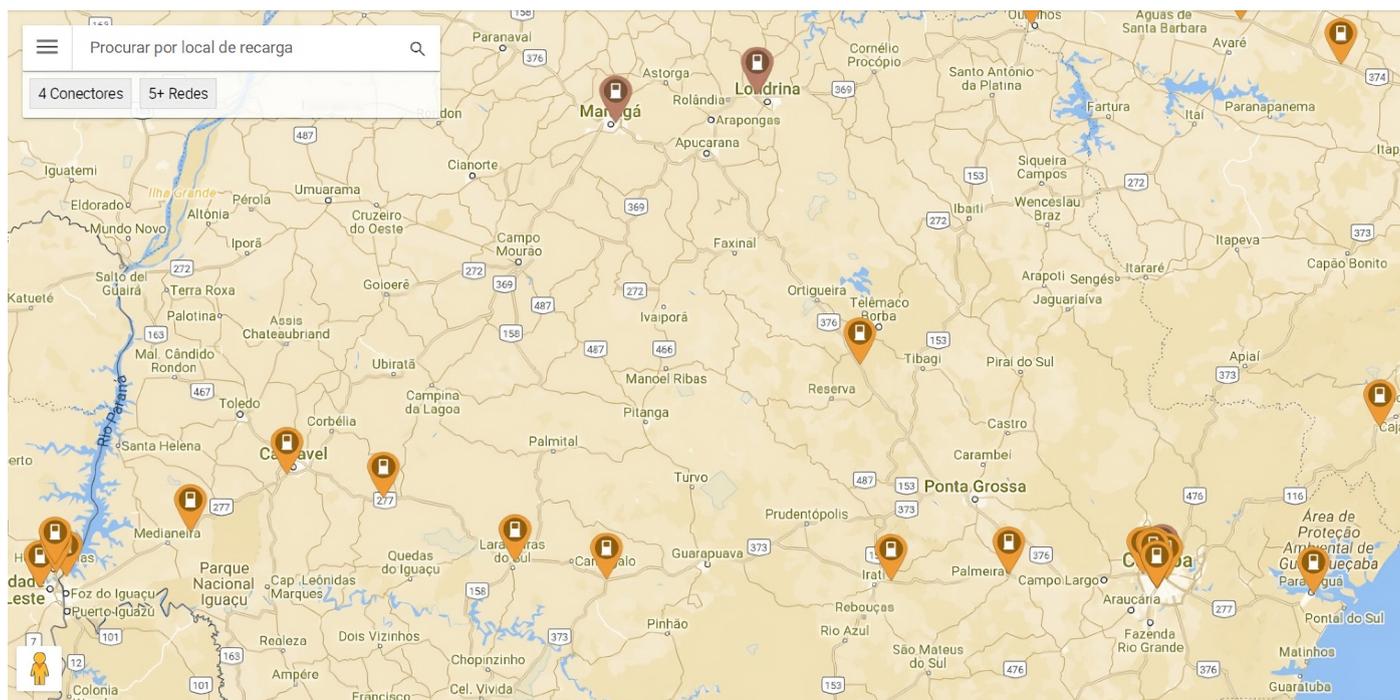
Para além das estações de recarga localizadas em centros urbanos ou em âmbito privado, uma parcela expressiva da infraestrutura de recarga nacional é formada por equipamentos situados em corredores estratégicos. Isto é, estações instaladas em rodovias e estradas que possuem um fluxo importante de bens e pessoas. Composto em sua maioria por estações rápidas de recarga (potência entre 50kW e 100kW), os corredores estratégicos são iniciativas que reúnem empresas de diferentes naturezas (energia, logística, equipamentos elétricos, montadoras etc.) e visam o fortalecimento da rede de infraestrutura pública de postos de recarga rápida que permitam a expansão da frota de veículos elétricos em rotas de longa distância.

Além das empresas, grande parte das iniciativas conta com a participação de universidades, institutos de pesquisa e da administração pública nos projetos. Um dos principais alavancadores deste tipo de ação foi o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), da Aneel, ao determinar que as empresas que possuem concessão de geração, transmissão e distribuição de energia apliquem, anualmente, um percentual mínimo definido de

sua receita operacional líquida (ROL), na realização de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento. Por sua vez, muitas concessionárias de energia (Celesc, Copel, EDP, CEE Equatorial, CPFL, Neoenergia, entre outras) optaram por projetos neste âmbito, para a produção de estudos e coleta de dados sobre mobilidade elétrica e implicações na aplicação e uso desta tecnologia.

Desta forma, os corredores estratégicos encontram-se difundidos em diversos estados da Federação, com maior densidade nas regiões Sul e Sudeste. Entre estes destaca-se na região Sul, especificamente no estado do Paraná, a eletrovia da Copel, como é amplamente conhecida. A eletrovia foi inaugurada no final de 2018, contando com 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 (PARANÁ, 2022). Atualmente, a eletrovia dispõe de 17 postos e 23 estações no total.

Figura 1. Rede de estações de recarga rápida no Paraná

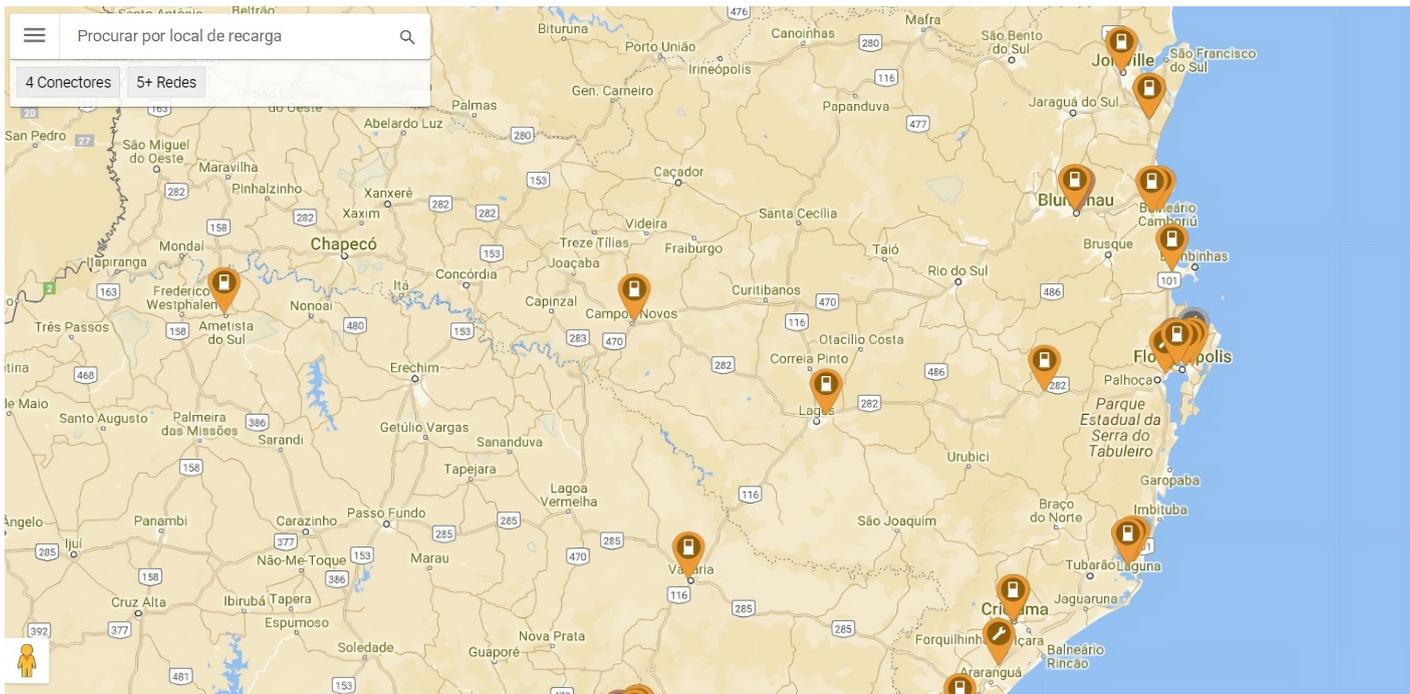


Fonte: extraído de Plugshare (2023)

Outro projeto de destaque da região Sul do país é o “Eletroposto Celesc”. Iniciativa no âmbito do programa de P&D ANEEL, capitaneada pela Celesc Distribuição S.A. 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 recarga rápida

na área costeira de Santa Catarina, bem como no interior, visando possibilitar uma viagem de longa distância aos usuários de carro elétrico (CELESC, 2022). Em 2023, foi anunciada a terceira fase do projeto, que prevê além das 34 estações já instaladas (semirrápidas e rápidas), 8 novas estações de recarga semirrápidas e 2 estações ultrarrápidas.

Figura 2. Rede de estações de recarga rápida em Santa Catarina



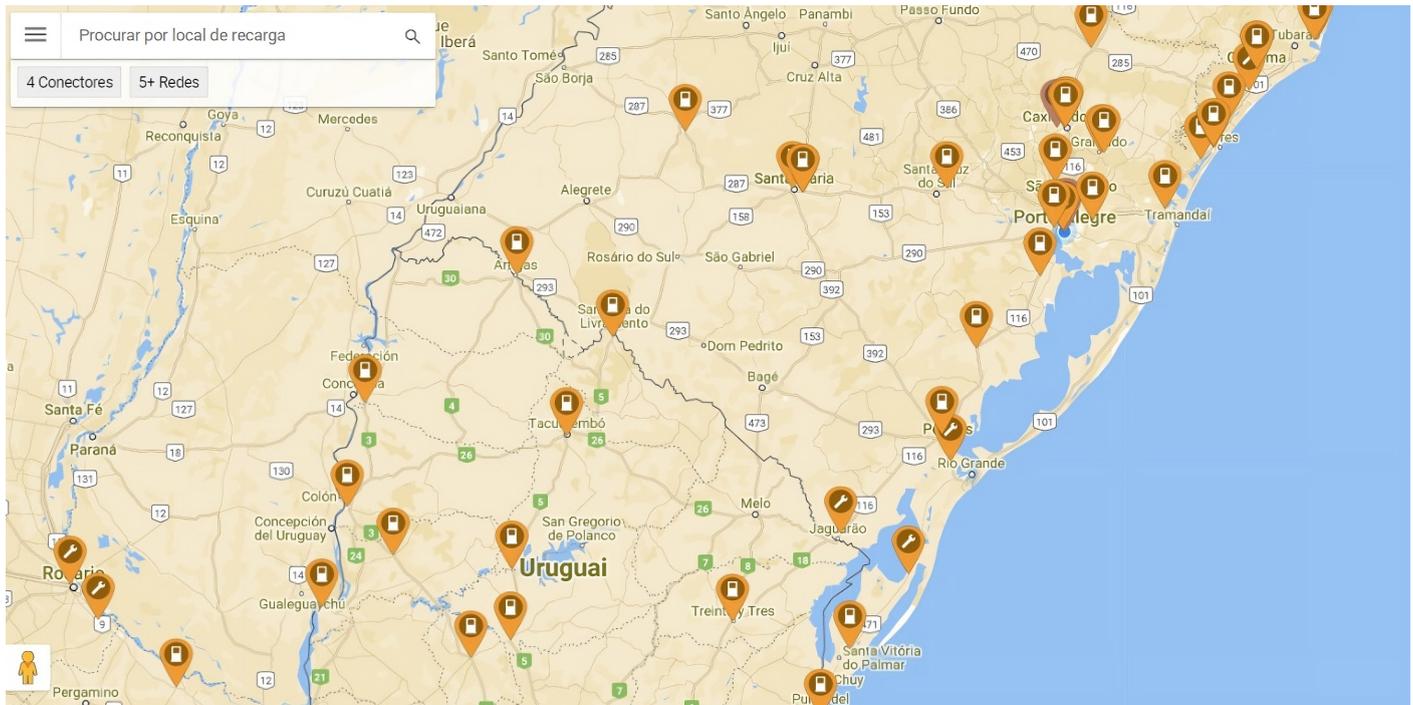
Fonte: extraído de Plugshare (2023)

Ainda na região Sul, agora no estado do Rio Grande do Sul, há o projeto “Rota Elétrica Mercosul - Suporte ao Desenvolvimento e Gerenciamento para Mobilidade Inteligente”. Desenvolvido no âmbito do Programa P&D Aneel, o projeto busca interligar as rotas elétricas do estado com as existentes nos países vizinhos (Uruguai, Argentina e Paraguai), se conectando também aos corredores estratégicos de Santa Catarina e Paraná, por meio de uma via de eletropostos de recarga rápida que vai da fronteira sul do país (Chuí) até o norte do estado. A iniciativa é financiada, por meio do referido programa, através da concessionária de energia CEEE Grupo Equatorial e conta com a

participação e colaboração da Universidade Federal de Santa Maria (UFMS) (CEE EQUATORIAL, 2022).

Nesta mesma linha de integração de corredores estratégicos, a Zletric, em parceria com as empresas Nissan, Movida e a rede de postos SIM, inaugurou a Rota Sul, uma rede privada de eletropostos, que busca conectar os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. O projeto é operado pela Zletric e conta com 10 pontos com estações rápidas e semirrápidas em locais estratégicos para a interligação dos estados, todos instalados nos postos da Rede SIM (ZLETRIC, 2022).

Figura 3. Rede de estações de recarga rápida no Rio Grande do Sul

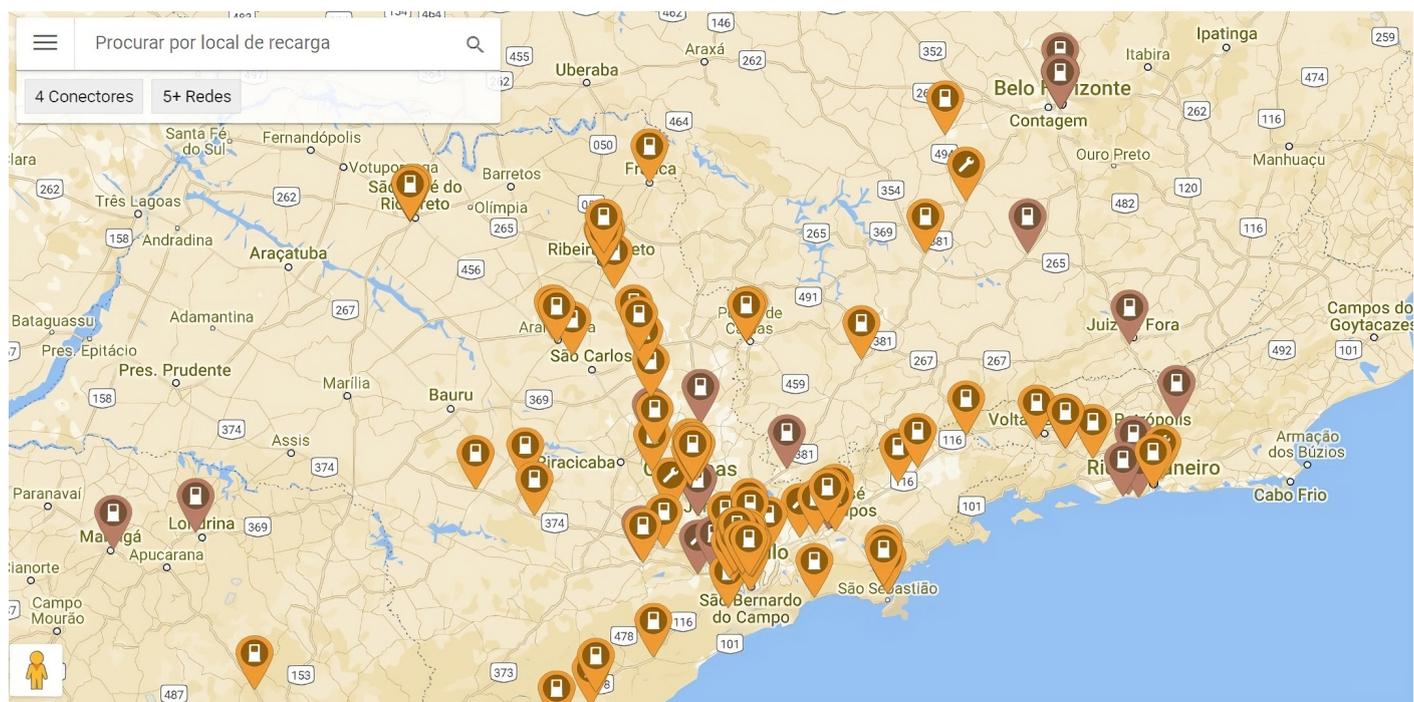


Fonte: extraído de Plugshare (2023)

No Sudeste, uma das principais iniciativas é o corredor de estações de recarga na Rodovia Presidente Dutra que permite realizar uma viagem completa de veículo elétrico entre duas das maiores capitais do país, São Paulo e Rio de Janeiro. Implementado em 2018, o corredor é uma iniciativa da EDP Brasil juntamente com a BMW Group Brasil, com apoio da Ipiranga. Outra iniciativa relevante, também do grupo EDP, é projeto Plug&GO, concentrado no interior do estado de São Paulo.

Desenvolvido no âmbito do Programa P&D da Aneel, o projeto visa estabelecer, sob a coordenação executiva do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL) da UFRJ, a maior rede de recarga ultrarrápida de automóveis elétricos da América do Sul em parceria com as fabricantes Audi, Porsche e Volkswagen. Atualmente, o projeto conta com 10 eletropostos ultrarrápidos ligando a capital de SP a cidades do interior do estado (GESEL, 2023).

Figura 3. Rede de estações de recarga rápida na região Sudeste



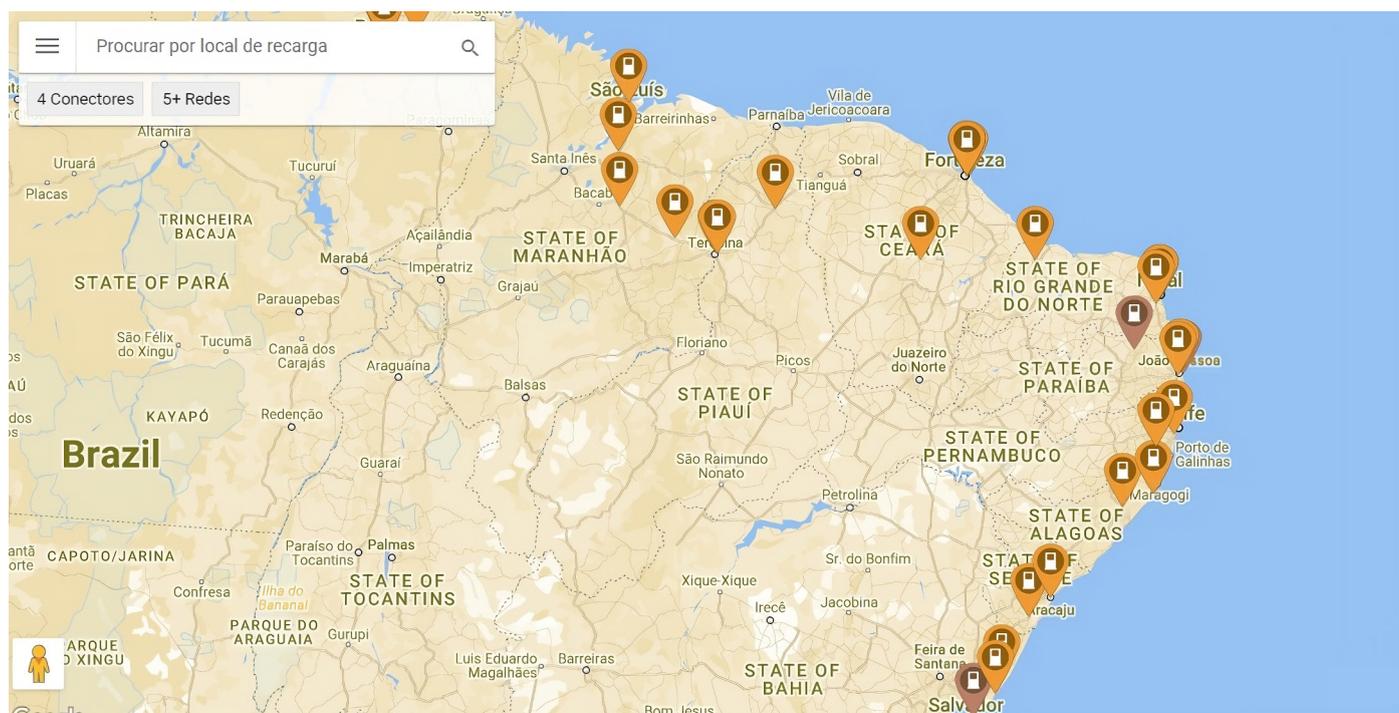
Fonte: extraído de Plugshare (2023)

A Figura 4 ilustra a densidade da rede de infraestrutura de recarga rápida na região e a importância destes corredores estratégicos para a conexão de grandes centros urbanos. Cabe ressaltar, porém, que essa densidade é devida, também, aos postos de recarga rápida instalados em postos de abastecimento, nas regiões metropolitanas, como os postos da Petrobras (Vibra) e da Sheel, que passaram a apostar nas estações de recarga como um modelo de negócio alternativo (CAMPO GRANDE, 2022). Outro elemento que contribuiu para esse adensamento é a atuação de algumas montadoras, como a Volvo, que tem mais de 10 estações de recarga ultrarrápidas instaladas em

rodovias da região para viabilizar a realização de longos percursos.

Por seu turno, a região Nordeste conta com uma das maiores eletrovias do Brasil. Denominado Corredor Verde, a iniciativa envolve 18 pontos de recarga rápida, conectando seis capitais: de Salvador (BA) a Natal (RN), passando por Aracaju (SE), Maceió (AL), Recife (PE) e João Pessoa (PB). Desenvolvido pela Neoenergia, o Corredor Verde também é um desdobramento do programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) (NEOENERGIA, 2022).

Figura 5. Rede de estações de recarga rápida na região Nordeste



Fonte: extraído de Plugshare (2023)

No Nordeste também se encontra o projeto de “Mobilidade Elétrica”, denominado Rota do Sol, desenvolvido pela concessionária Equatorial Energia, com o apoio da Fundação Certi. Assim como as anteriores, a iniciativa busca estimular a mobilidade elétrica, por meio do fortalecimento da rede de estações de recarga rápida. Neste caso, são sete estações de recarga (rápidas e semirrápidas) alimentadas através da geração solar fotovoltaica, interligando as capitais do Maranhão e do Piauí (CERTI, 2022).

Ainda que muitas dessas iniciativas tenham características de experimentos e projetos pilotos, por serem originadas de projetos de P&D, é importante ressaltar a continuidade e a expansão paulatina de alguns destes projetos. Isto possibilita um adensamento gradual da infraestrutura de recarga, auxiliando na conexão entre os corredores estratégicos existentes, formando uma ampla rede,

como no caso da região Sul.

O Quadro 1 resume as principais informações dos corredores investigados. Nele, é possível constatar que grande parte das iniciativas estão localizadas nas regiões Sul e Sudeste, não por acaso, as regiões com as maiores participações no mercado de veículos elétricos leves (ver Capítulo 1). Ademais, o quadro revela a presença reiterada de alguns atores em diferentes iniciativas, que passam a atuar destacadamente neste tipo de projeto, e a natureza similar das organizações envolvidas. Em geral, os projetos envolvem empresas de energia, instituições de ensino e pesquisa, montadoras, postos de abastecimento e provedores de serviço de mobilidade elétrica. Cabe destacar que, enquanto algumas iniciativas optam pela gratuidade da recarga, como forma de estímulo, outras implementam um modelo de negócio baseado na cobrança da recarga.

Quadro 1 – Resumo das principais informações das iniciativas

Iniciativa	Atores	Estações	CPO ⁴	MSP ⁵	Tarifa
Eletrovia Copel	Copel Move Itaipu Binacional Governo do Estado PR	23 rápidas	Copel	Move (Copel Volt)	Gratuito
Eletroposto Celesc	Celesc Fundação Certi Governo do Estado SC	8 rápidas 25 semirrápidas	Celesc	Move (Eletroposto Celesc)	Gratuito
Rota Elétrica Mercosul	Equatorial Energia UFSM WEG	12 rápidas	Equatorial	—	Gratuito
Rota Sul	Zletric Nissan Movida SIM (Rede de Postos)	5 rápidas 5 semirrápidas	Zletric	Zletric	R\$/KWh
Rodovia Presidente Dutra	EDP BMW Group Ipiranga	6 rápidas	EDP	WeCharge	R\$/KWh
Plug&Go	EDP UFRJ Volkswagen Audi Porsche ABB	5 rápidas 10 semirrápidas	EDP	WeCharge	R\$/KWh
Corredor Verde	Neoenergia ABB UFABC (GPOR-SEP) UFRJ (Gesel)	12 rápidas 6 semirrápidas	Neoenergia	Voltbras	R\$/KWh

⁴ CPO: Charge Point Operator

⁵ MSP: Mobility Solution Provider

Mobilidade Elétrica (Rota do Sol)	Fundação Certi	3 rápidas 4 semirrápidas	Equatorial	–	Gratuito
-----------------------------------	----------------	-----------------------------	------------	---	----------

Fonte: elaboração própria

De qualquer forma, a expansão da rede de estações de recarga rápida em rodovias e estradas contribuem para a mitigação do “*range anxiety*” de proprietários de veículos elétricos leves de passeio, pois possibilita a realização de percursos que excedam a autonomia dos veículos. Porém, o maior impacto da consolidação deste tipo de eletrovia ocorre nas aplicações comerciais, que demandam condicionantes de operação e percurso, e necessitam de recarga(s) ao longo da jornada, por consequência, são mais dependentes da expansão da infraestrutura.

Além disso, para a instalação de pontos de recarga em rodovias é indispensável a existência de infraestrutura de distribuição de energia, o que muitas vezes não é um cenário de implementação imediata. Isso porque a disponibilidade da infraestrutura de distribuição é inerentemente dependente da demanda de potência requerida para a criação de hubs de recarga, e que em vários casos podem ter consigo limitações técnicas ao pleno atendimento dos veículos que se deslocam entre estados e municípios.

Apesar destas dificuldades, é possível verificar o crescimento na instalação de hubs de recarga rápida em pontos estratégicos no país. Trata-se da expansão de um novo modelo de negócio, baseado na oferta de estações de recarga rápida, concentrados em um mesmo local. Nestes ambientes, é possível a recarga simultânea de diversos veículos e os usuários têm acesso a estrutura e serviços de conveniência.

Destaca-se neste âmbito, **o primeiro posto 100% elétrico do país, da Go Eletric**. Inaugurado em dezembro de 2022, na zona leste da cidade de São Paulo, o empreendimento é uma parceria com as empresas Vibra Energia e EZ Volt, administradora do posto, e conta com 32 conectores, disponíveis 24 horas por dia (VENDITTI, 2022). Tendo em vista o sucesso do hub, um segundo posto da Go Electric, com 10 conectores de recarga rápida, foi inaugurado em agosto de 2023, na Rodovia Anhanguera (SP-330) (VENDITTI, 2023a). A localização é

estratégica, pois dá acesso a importantes polos industriais e centros urbanos do interior paulista.

Outra iniciativa recente é o **hub inaugurado pela Volvo**, em parceria com a São Paulo Corporate Towers, na cidade de São Paulo, onde está situado um dos escritórios da montadora no Brasil. O hub tem capacidade para recarregar 80 veículos de forma simultânea e foi anunciado como maior hub de recarga de veículos elétricos e híbridos da América Latina. As estações de recarga são homologadas pela Volvo Car Brasil e contam com tecnologia da WEG e serviços de suporte da BeGreen (VOLVO CARS, 2023). Diferentemente dos hubs anteriores, este está situado em um contexto semi-público e não há cobrança pela recarga, apenas pelo serviço de estacionamento (DREHMER, 2023).

Também na cidade São Paulo, foi inaugurado em setembro de 2023, o **hub de recarga vinculado ao Projeto “Aliança pela Mobilidade Sustentável”**. O hub está localizado no interior do estacionamento da Estapar do Parque Trianon e dispõe de 11 pontos de recarga (8 plugs de recarga lenta e 3 ultrarrápidas), operados pela Zletric. O público-alvo do centro de recarga são os motoristas parceiros cadastrados na empresa 99, que tem tarifa de recarga reduzida e isenção do estacionamento. A referida Aliança é uma iniciativa da empresa de transporte 99, com outras empresas de mobilidade, voltada para intensificação da infraestrutura que consolide a eletrificação da frota brasileira.

Em relação à recarga de veículos pesados, também há algumas iniciativas neste sentido. Enquanto os leves recarregam com tensões em torno de 400v, os pesados apresentam normalmente faixas de tensão superior (≥ 650V), o que exige equipamentos adequados para esta aplicação. Neste contexto particular, a JBS- através da No Carbon - articulou parcerias para a instalação de hubs de recarga para a sua frota de caminhões. São 130 estações, operadas pela EZVolt, em 11 centros de distribuição da JBS em 10 estados (JBS, 2023).

3.3

Considerações finais e perspectivas

A expansão da infraestrutura de recarga de veículos elétricos no Brasil é um reflexo dos avanços registrados nesse setor principalmente ao longo dos últimos três anos. Os dados apresentados ilustram um crescimento substancial, tanto em relação à quantidade de estações de recarga quanto à sua distribuição geográfica.

Pois, viu-se que no início de 2019, o país contava com aproximadamente 220 estações, predominantemente localizadas em espaços públicos e semipúblicos, como shoppings e estabelecimentos comerciais. Em um período de apenas três anos, esse número aumentou de forma exponencial, atingindo aproximadamente 3.800 estações. Esse aumento significativo está diretamente relacionado ao crescimento do mercado de veículos elétricos, aos novos modelos de negócio, à cobrança do serviço de recarga e às políticas de responsabilidade social e ambiental implementadas por empresas e estabelecimentos comerciais, por exemplo.

Ainda, ficou evidente que a expansão da infraestrutura de recarga desempenha um papel fundamental na promoção da adoção de veículos elétricos no país, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas, onde as limitações da recarga residencial são mais notórias. Além disso, a implementação de corredores estratégicos de recarga ao longo de rodovias e estradas é um habilitador para viagens de longa distância, reduzindo a apreensão, ou ansiedade pela recarga, relacionada à autonomia dos veículos elétricos.

Além das estações semirrápidas, a presença de hubs de recarga e corredores estratégicos de recarga, os quais ofertam a recarga rápida, merecem destaque. Esses empreendimentos, que

contam com a participação de empresas de energia, fornecedores de hardware e software, instituições de pesquisa e administração pública, têm o propósito de fortalecer a rede de infraestrutura de recarga pública e impulsionar a ampliação da frota de veículos elétricos em viagens de longa distância.

Projetos como a Eletrovia da Copel, no Paraná, o Eletroposto Celesc, em Santa Catarina e o Corredor Verde da Neoenergia, no Nordeste, ilustram o engajamento regional de diferentes atores em rodovias estratégicas do país e o desenvolvimento dessa infraestrutura. Adicionalmente, a presença de hubs de recarga como o da Go Eletric e o da Volvo em São Paulo, exemplifica um novo modelo de negócios baseado na oferta de estações de recarga rápida.

No entanto, há particularidades que merecem atenção, sobretudo no que concerne à expansão da infraestrutura de distribuição de energia elétrica para atender a essas estações de recarga, bem como à necessidade de estações de recarga adequadas para veículos pesados. Como visto, parcerias entre empresas, como a JBS através da No Carbon, evidenciam os esforços em curso para abordar essas questões.

Em síntese, o Brasil está fazendo progressos na expansão da infraestrutura de recarga de veículos elétricos em diferentes frentes, que desempenha um papel crucial no crescimento do mercado de veículos elétricos no país. Com uma combinação de estações semirrápidas, hubs de recarga e corredores estratégicos eletrificados, o país poderá desenvolver condições que atendam às crescentes demandas dos usuários de veículos elétricos.

Referências Bibliográficas

BARASSA, Edgar et al. **2º Anuário da Mobilidade Elétrica Segunda Edição**. Brasília: [s. n.], 2022. Disponível em: <https://www.pnme.org.br/biblioteca/2o-anuario-brasileiro-da-mobilidade-eletrica-pnme/>.

CAMPO GRANDE, P. **Postos Petrobras e Shell se rendem à recarga de carros elétricos**, 2022. Disponível em: <<https://quatorrodas.abril.com.br/carros-eletricos/postos-petrobras-e-shell-se-rendem-a-recarga-de-carros-eletricos>>. Acesso em: 29 out. 2023.

CEE EQUATORIAL. **CEEE Grupo Equatorial investe em projeto de Rota Elétrica interligando cidades do Mercosul**, 2022. Disponível em: <<https://ceee.equatorialenergia.com.br/noticias02/ceee-grupo-equatorial-investe-em-proje-to-de-rota-eletrica-interligando-cidades-do-mercosul>>. Acesso em: 5 nov. 2023.

CELESC, C. E. DE S. C. **Celesc e Governo do Estado inauguram em SC um dos maiores corredores elétricos do país**, 2022. Disponível em: <<https://www.celesc.com.br/listagem-noticias/celesc-e-governo-do-estado-inauguram-em-sc-um-dos-maiores-corredores-eletricos-do-pais>>. Acesso em: 5 nov. 2023.

CERTI. **ELETROMOBILIDADE NA EQUATORIAL ENERGIA**, 2022 [s.n.].

DREHMER, V. **Volvo inaugura maior estação de recarga de carros elétricos da América Latina em SP**, 2023. Disponível em: <<https://autoesporte.globo.com/mobilidade/noticia/2023/09/volvo-inaugura-maior-hub-de-recarga-de-veiculos-eletricos-da-america-latina-em-sao-paulo.ghtml>>. Acesso em: 5 nov. 2023.

GESEL, G. DE E. DO S. E. **Recargas no mês de setembro somam 16,94 MWh**, 2023. Disponível em: <<https://plugandgo.com.br/recargas-no-mes-de-setembro-somam-1694-mwh/>>. Acesso em: 5 nov. 2023.

IEA, I. E. A. **Global EV Outlook 2021: Accelerating ambitions despite the pandemic**, 2021: s.n.]. Disponível em: <www.iea.org/t&c/>.

IEA, I. E. A. **Global EV Outlook 2023: Catching up with climate ambitions**, 2023 [s.n.]. Disponível em: <www.iea.org>.

JBS. **JBS terá 130 pontos de recarga de caminhões elétricos pelo Brasil**. Disponível em: <<https://valor.globo.com/conteudo-de-marca/jbs/noticia/2023/10/17/jbs-tera-130-pontos-de-recarga-de-caminhoes-eletricos-pelo-brasil.ghtml>>. Acesso em: 5 nov. 2023.

NEOCHARGE. **Número de carros elétricos no Brasil**, 2023. Disponível em: <<https://www.neocharge.com.br/carros-eletricos-brasil>>. Acesso em: 6 nov. 2023.

NEOENERGIA. **O maior Corredor Verde do Nordeste, 2022**. Disponível em: <<https://www.neoenergia.com/pt/corredor-verde>>. Acesso em: 5 nov. 2023.

PARANÁ, G. E. **Copel amplia eletrovia para recarga de veículos elétricos até Londrina e Joinville**, 2022. Disponível em: <<https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Copel-amplia-eletrovia-para-recarga-de-veiculos-eletricos-ate-Londrina-e-Joinville>>. Acesso em: 5 nov. 2023.

PLUGSHARE. **Plataforma PlugShare**, 2023. Disponível em: <<https://www.plugshare.com/>>. Acesso em: 6 nov. 2023.

PNME. **1o Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica**. , 2021 [s. n.]. Disponível em: <https://www.pnme.org.br/biblioteca/1o-anuario-brasileiro-da-mobilidade-eletrica/>.

SC INOVA. **A corrida elétrica em SC: R\$ 6 milhões para ampliar corredor de recargas pelo estado**, 2023. Disponível em: <<https://scinova.com.br/a-corrida-eletrica-em-sc-r-6-milhoes-para-ampliar-corredor-de-recargas/>>. Acesso em: 5 nov. 2023.

VENDITTI, M. S. **Primeiro posto 100% elétrico é inaugurado em São Paulo**, 2022. Disponível em: <<https://mobilidade.estadao.com.br/inovacao/primeiro-posto-100-eletrico-e-inaugurado-em-sao-paulo/>>. Acesso em: 5 nov. 2023.

VENDITTI, M. S. **Novo hub de recarga pode atender dez veículos ao mesmo tempo**, 2023a. Disponível em: <<https://mobilidade.estadao.com.br/mobilidade-para-que/novo-hub-de-recarga-pode-atender-dez-veiculos-ao-mesmo-tempo/>>. Acesso em: 6 nov. 2023.

VENDITTI, M. S. **Carro elétrico: parcerias elevam número de postos de recarga no Brasil**, 2023b. Disponível em: <<https://mobilidade.estadao.com.br/mobilidade-para-que/mobilidade-eletrica-parcerias-elevam-numero-de-postos-de-recarga-no-brasil/>>. Acesso em: 6 nov. 2023.

VOLVO CARS. **Volvo Car Brasil e São Paulo Corporate Towers inauguram maior hub de recarga de veículos elétricos da América Latina**, 2023. Disponível em: <<https://www.media.volvocars.com/lat/pt-br/media/pressreleases/317335/317335>>. Acesso em: 5 nov. 2023.

ZLETRIC. **Rota Sul é oficialmente inaugurada, 2022**. Disponível em: <<https://www.zletric.com.br/post/rota-sul-e-oficialmente-inaugurada>>. Acesso em: 7 nov. 2023.

CAPÍTULO 4.

OLHAR INSTITUCIONAL E DAS POLÍTICAS PÚBLICAS: INSTRUMENTOS EM DESENVOLVIMENTO E PERSPECTIVAS



ANDRÉ FORTES CHAVES

Presidente do Laboratório de Eletromobilidade (Lemob). Representante oficial da Bundesverband Emobilität (B.E.M.) no Brasil. Consultor da Carvalho & Furtado Advogados



EDGAR BARASSA

Fundador da Barassa & Cruz Consulting e Otsmah Recursos Energéticos Sustentáveis. Doutor em Política Científica e Tecnológica (DPCT/IG/ UNICAMP)

REVISORES



SÉRGIO KNORR VELHO

Doutorando da UnB e Chefe de Divisão do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC)



FLÁVIA CONSONI

Doutora em Política Científica e Tecnológica pela Universidade Estadual de Campinas. Professora Livre Docente e coordenadora do curso de Extensão em Mobilidade Elétrica da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

Introdução

O objetivo deste capítulo consiste, em síntese, em ilustrar sinalizações de destacada relevância, sobre avanços no panorama institucional da eletromobilidade no Brasil, verificadas ao longo do presente ano (2023) e propor uma reflexão sobre o perfil das políticas em discussão de acordo com referências conceituais apresentadas.

Apresenta-se, inicialmente, uma conceituação do papel do Estado enquanto agente propulsor de políticas públicas indutoras de demanda (*demand-pull*), que são ações que visam impulsionar o mercado de uma nova tecnologia e protegê-la frente à concorrência, e de oferta (*technology-push*), que têm por escopo reduzir o custo da inovação e estimular a P&D.

Justifica-se a escolha de observar o ator Estado uma vez que os instrumentos públicos são alavancas fundamentais para viabilizar um ambiente adequado de promoção a uma nova tecnologia, neste caso a mobilidade elétrica e seus artefatos relacionados (baterias, carregadores e outros) ascendente no Brasil e em fase de ampla difusão nos mercados globais de forma geral. A participação governamental no sentido de impulsionar uma tecnologia emergente (eletromobilidade) é de suma importância para que esta possa encontrar condições competitivas em relação àquelas predominantes (WALZ et al., 2008), no caso, o paradigma dos combustíveis fósseis.

A mobilidade elétrica é um tema que há não muito tempo ocupava um espaço tímido e desfocado no contexto geral da formulação de políticas públicas e instrumentos regulatórios. No entanto, este panorama tem se reconfigurado à medida em que temas diretamente associados à eletrificação da mobilidade se mostram cada vez mais presentes nas agendas de instituições formuladoras de políticas públicas.

Assim, por uma questão de viabilidade do presente estudo, optou-se por adotar alguns

recortes metodológicos. Primeiramente, cumpre esclarecer que são analisadas sinalizações de evolução institucional a nível federal e municipal, onde, em levantamento preliminar, verificou-se maior incidência quantitativa de discussões e decisões ao longo de 2023.

As evoluções apresentadas não são exaustivas, mas ilustrativas, de forma que são destacadas discussões e decisões de acordo com critérios de relevância como iminência ou atual produção de efeitos sobre os agentes envolvidos e nível de amadurecimento em termos de processo de decisão (e.g. não foram incluídos novos projetos de lei apresentados ao longo do presente ano, mas apenas tramitações mais avançadas como audiências públicas pra instruir projetos específicos ou aprovação de pareceres, que refletem posicionamento de colegiados), especialmente na seção que se refere à esfera federal.

A seção que aborda os municípios é organizada em duas partes. A primeira apresenta um quadro onde são consolidados tópicos, organizados por padrões temáticos. Este quadro permite identificar e antever possíveis tendências de políticas passíveis de serem empreendidas nos municípios, a exemplo de avanços legislativos concretos verificados em precedentes. Em seguida é apresentado um segundo quadro que retrata medidas, percalços jurídicos e avanços na transição de frotas para serviços públicos de transporte coletivo (especificamente a adoção de ônibus elétricos).

Ao abordar os avanços institucionais verificados no cenário brasileiro, serão propostas breves reflexões sobre como os instrumentos em desenvolvimento dialogam com ambas as categorias de ferramentas disponíveis ao Estado para indução tecnológica da eletromobilidade. Espera-se que o presente trabalho possa contribuir para o debate deste tema tão oportuno dentro da agenda da transição energética.

4.1

Estado como propulsor de uma nova rota tecnológica: políticas e instrumentos de technology-push e demand-pull para a mobilidade elétrica

As políticas públicas foram especialmente importantes e necessárias para a retomada do projeto da eletrificação veicular em âmbito global a partir das décadas finais do século XX. Ademais, o conjunto de países representados principalmente por China, Estados Unidos, Japão e alguns países europeus, que formularam e implementaram sistematicamente políticas direcionadas ao segmento, acabaram por auferir a vanguarda tecnológica, bem como os mercados mais desenvolvidos (BARASSA & CONSONI, 2015; CONSONI et al, 2018; BARASSA, 2019)

Assim, as políticas governamentais caracterizam-se como relevantes para fornecer um ambiente adequado para promoção de uma nova tecnologia. O termo “políticas” não se restringe apenas às medidas que versam sobre rotas tecnológicas e instrumentos de padronização técnica, mas possuem um significado mais amplo, pois abarca também os incentivos do lado da oferta de mercado de uma determinada tecnologia, tais como os instrumentos direcionados a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e aqueles voltados para a demanda, como os incentivos fiscais sobre consumo, por exemplo (ORSSATTO et al., 1999; van VLIET et al., 2010).

Compreende-se que uma tecnologia incipiente não consegue emergir por conta própria. Pois, a introdução de novas tecnologias enfrenta resistências no mercado devido à presença de sistemas sociotécnicos consolidados que suportam e corroboram tecnologias já estabelecidas (Geels, 2002). Essas resistências envolvem diversos

elementos sociais, tecnológicos e institucionais. Em algumas situações, o Estado pode desempenhar um papel na orientação dessa transição tecnológica, mas essa decisão depende de considerações políticas, econômicas e sociais. Assim, a participação governamental atua no sentido de permitir o crescimento de novas tecnologias frente às concorrentes e estimular o seu desenvolvimento para que a nova rota tecnológica possa ser competitiva em relação aos artefatos tradicionais (WALZ et al., 2008).

Neste sentido, desdobram-se as políticas de demanda (demand-pull), que são as ações que buscam desenvolver o mercado de uma nova tecnologia e protegê-la frente à concorrência, e de políticas de oferta (technology-push), que são as ações que objetivam reduzir o custo da inovação tecnológica e estimulam a P&D de novas tecnologias (NEMET, 2009).

Os estudos que abordam as políticas de demanda e de oferta iniciaram-se nas décadas de 1950 e 1960. Afirmava-se que o fator demanda determina a direção da inovação e desenvolvimento de uma tecnologia, e, assim, estariam incumbidas de alterar as condições de mercado e apoiar/sustentar a adoção de uma determinada tecnologia. Neste sentido, cria-se a oportunidade para as empresas investirem nesta inovação e aumentam-se as expectativas de sucesso da tecnologia nascente (JACOBSSON ET AL., 2009; PETERS ET AL., 2012; NATHAN, 1969; REHFELD ET AL., 2007). Já os estudos que trabalham com as políticas de oferta, direcionam o papel decisivo que a ciência e

tecnologia possuem na direção de uma inovação.

Para Rehfeld, Rennings e Zielgler (2007) e Peters et al (2012) o progresso da ciência e da tecnologia são fatores que determinam uma trajetória de inovação, cabendo à demanda induzi-la a caminhos econômicos adequados. Deste modo as políticas de oferta viabilizam a redução do custo da inovação tecnológica para as empresas, que podem ser materializadas, por exemplo, por meio de ações de isenção de taxas e tributos a empresas inovadoras, incentivos governamentais a P&D, capacitação profissional entre outros.

Quadro 1: Principais exemplos de políticas de *demand-pull* e *technology-push*

Políticas de Demand-Pull	Políticas de Technology-Push
Apoio e proteção à propriedade intelectual	Incentivo governamental à P&D
Desconto /incentivos financeiros em taxas e impostos na aquisição de novas tecnologias pelos consumidores	Desconto em impostos para as empresas que investem em P&D
Mandatos tecnológicos e reservas de mercado	Promoção à troca de informações entre agentes (inovação aberta)
Padronização e regulação de componentes no mercado	Patrocínio para educação e capacitação profissional
Demanda governamental (compras públicas) pelas novas tecnologias	Fundos de investimento para projetos de demonstração e prototipagem

Fonte: elaboração própria com base em Nemet (2009).

A administração pública, portanto, dispõe de ambos os mecanismos de política – tanto de oferta quanto de demanda – para incentivar processos de inovação, seja no sentido de privilegiar um mecanismo em detrimento do outro, ou de realizar uma mistura entre ambos. Para os fins deste capítulo, este método analítico de classificação de políticas é importante à medida que permite uma categorização dos sinais de evoluções institucionais e, conseqüentemente, uma reflexão quanto a seus desdobramentos no ecossistema

da eletromobilidade, bem como nas cadeias de produção e consumo. Estariam elas focadas em desenvolver o mercado para esta tecnologia frente aos veículos convencionais movidos a combustíveis fósseis? Objetivam desenvolver as competências necessárias para promover a mobilidade elétrica e seus componentes? Ou verifica-se um equilíbrio na definição e implementação das políticas para a mobilidade elétrica? Essas e outras indagações serão abordadas e analisadas na estrutura capitular a seguir.

4.2

Evolução do quadro institucional a nível federal

Na presente seção são apresentadas os principais avanços e discussões empreendidas pelo Executivo e Legislativo, a nível federal, para reconfiguração do quadro institucional para a eletromobilidade. Conforme apontado introdutoriamente, não se trata de um retrato exaustivo, mas exemplificativo.

4.2.1 Rota 2030 - descarbonização da mobilidade e da logística

O Rota 2030, já abordado em edições anteriores deste Anuário, consiste em programa instituído pelo Governo Federal, por meio da Medida Provisória nº 843/2018, convertida na Lei nº 13.755/2018, que concede incentivos fiscais a empresas do setor automotivo que investem em atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica (PD&I).

Os principais objetivos do programa consistem no apoio ao desenvolvimento tecnológico e inovação do setor automotivo; estímulo à modernização do mercado a longo prazo; e inserção global da indústria automotiva brasileira.

Os recursos captados no contexto do Rota 2030 são aplicados em linhas programáticas definidas pelo Conselho Gestor dos recursos do programa para seleção de projetos prioritários, as quais eram discriminadas pela Resolução SDIC/ME nº 5/2021.

Reforçando a sustentabilidade como diretriz para o desenvolvimento de novas tecnologias para o setor, o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços editou, em abril de 2023, a

Resolução SDIC/MDIC nº 8/2023, que adicionou ao programa linha programática para estímulo à descarbonização da mobilidade e da logística.

Até a edição da referida Resolução, o aspecto da fonte energética estava previsto na alínea V da Resolução SDIC/ME n.º 5/2021, que, em conjunto com o estímulo à produção de novas tecnologias relacionadas à propulsão alternativa à combustão, previa também biocombustíveis e segurança veicular. Com a redação prevista no ato normativo de 2023, o Rota 2030 passou a contar com um dispositivo (alínea VII) que indicava exclusivamente a descarbonização como linha programática para seleção de programas prioritários, possibilitando maior alocação de recursos direcionados para este fim. Assim, o instrumento regulatório surge como mecanismo de fomento da oferta de novas tecnologias de baixa emissão.

Nos termos da atualização instituída pela Resolução SDIC/MDIC nº 8/2023, as linhas programáticas do Rota 2030 vigoram conforme segue:

Quadro 2: Linhas programáticas do Rota 2030 (2023)

Linha	Escopo programático
I	Incremento da produtividade da cadeia de fornecedores do setor automotivo, incluindo máquinas agrícolas e rodoviárias autopropulsadas.

II	Automatização de processos, conectividade industrial e manufatura avançada na cadeia de fornecedores do setor automotivo, incluindo máquinas agrícolas e rodoviárias autopropulsadas.
III	Aumento dos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação na cadeia de fornecedores do setor automotivo, incluindo máquinas agrícolas e rodoviárias autopropulsadas.
IV	Fortalecimento da cadeia de ferramental e moldes destinados a produtos automotivos.
V	Estímulo à produção de novas tecnologias relacionadas a biocombustíveis, segurança veicular e propulsão alternativa à combustão.
VI	Estímulo à produção de tecnologias relacionadas à conectividade veicular.

Fonte: extraído de RESOLUÇÃO SDIC/MDIC Nº 8, DE 12 DE ABRIL DE 2023.

O programa Rota 2030, projetado para um total de três ciclos de 15 anos, está prestes a passar por mudanças significativas em seu segundo ciclo. As alterações propostas, alinhadas com as diretrizes do Programa Mobilidade Verde e Inovação (MOVER) em discussão no Poder Executivo, terão vigência no período de 2023 a 2028.

Recentemente foi anunciado que o Rota 2030 seria substituído pelo Programa Mobilidade Verde (“Mover”), o qual beneficiaria, por meio de descontos no Imposto de Produtos Industrializados (IPI), a fabricação de veículos com maior eficiência energética, reciclabilidade e produção local.

Além disso, as sinalizações são de que, comparado ao Rota 2030, o governo aumentaria as exigências sobre as montadoras para investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Espera-se, também, que, além de medidas para impulsionar a produção nacional de veículos elétricos, o escopo do programa não se restrinja apenas a veículos leves, mas contemple adicionalmente ônibus, caminhões,

motocicletas e veículos elétricos de decolagem e pouso vertical (eVTOLs), os chamados “carros voadores” (MUNDO CONECTADO, 2023).

Ainda, de acordo com o Secretário de Desenvolvimento Industrial, Inovação, Comércio e Serviços do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), Uallace Moreira, o mencionado programa Mover será voltado para o desenvolvimento não apenas de uma, mas de diversas rotas tecnológicas e soluções para a descarbonização dos variados modais de transporte e logística (EXAME, 2023). Entre elas, a mobilidade elétrica.

Conforme pode-se constatar, o atual Rota 2030, assim como o Programa Mobilidade Verde, enquanto seu potencial sucessor, destaca-se como política de indução de oferta à medida que reduz o custo de inovação por meio de seu mecanismo de incentivo fiscal para que empresas do setor automotivo façam investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação.

4.2.2 Programa de renovação de frotas.

Com o objetivo de promover a aquisição de veículos novos e estimular a indústria automotiva nacional, o Governo Federal instituiu, por meio da Medida Provisória nº 1.175/2023, programa com mecanismo de

desconto patrocinado para compra de veículos considerados sustentáveis.

Para os fins da Medida Provisória, foram considerados sustentáveis os automóveis que atendessem a quatro critérios estabelecidos, quais sejam: fonte de energia do veículo (etanol, energia elétrica, gasolina), eficiência energética do veículo (entre 1,40 e 2,00 MJ/KM), o preço público sugerido (até R\$ 120.000,00) e a densidade nacional dos componentes. Assim, o desconto patrocinado era quantificado conforme somatório de pontos obtidos para cada critério, o qual poderia totalizar um máximo de 100 pontos.

No que se refere ao quesito da fonte de energia, eram atribuídos 25 pontos para os índices "etanol" e "eletricidade/híbrido", e 20 pontos para o índice "flex-fuel (etanol/gasolina)". Ou seja, por um lado, a propulsão elétrica estava explicitamente listada entre as fontes de energia a serem contempladas pelo programa de renovação veicular. Por outro, não se pode dizer que a política encontrou efetividade em abranger os elétricos, pois o limite máximo do preço público sugerido (R\$ 120.000,00) era inferior ao preço dos elétricos novos de entrada disponíveis no mercado e, portanto, não poderiam ser beneficiados pelo desconto patrocinado.

Um outro aspecto passível de suscitar imprecisões é o fato de os três índices do critério de fonte de energia abrangerem modelos que utilizassem combustíveis fósseis. Isto porque, dado que inexistia no mercado veículo movido exclusivamente a etanol, os modelos das três categorias também poderiam ser abastecidos por gasolina, por exemplo, criando uma margem

ambígua para atribuição de 20 ou 25 pontos.

Pelo critério do preço público sugerido, eram atribuídos pontos progressivos de acordo com os preços mais baixos. Assim, pela faixa de preço definida, poderia se falar, ainda, em um aspecto social do programa, que reduziu os custos de aquisição dos automóveis de perfil mais popular. Mas cabe apontar que os quesitos da política eram direcionados exclusivamente ao veículo novo a ser adquirido, sendo indiferente para fins do desconto o perfil social do comprador.

No tocante a veículos para transporte de cargas ou de passageiros, o desconto patrocinado, calculado de maneira própria para estas categorias, era condicionado à entrega de veículo de mesma categoria, em condições de rodagem, com data de emplacamento original superior a vinte anos.

É pertinente ressaltar que essa iniciativa, implementada por meio da Medida Provisória nº 1.175/2023, foi concebida como uma solução temporária para atender às necessidades do setor industrial automobilístico brasileiro, que enfrentava dificuldades nas vendas de veículos.

O programa, com recursos inicialmente definidos em R\$ 1,5 bilhão e posteriormente majorados para um total de R\$ 1,8 bilhão por meio da Medida Provisória nº 1.178/2023, enquanto política de demanda, cumpriu o propósito de induzir a aquisição de veículos novos e permitiu o escoamento de produtos em estoque, mas não se configurou como uma solução abrangente para promover a transição para a mobilidade elétrica de maneira sustentável e a longo prazo.

4.2.3 Frente Parlamentar Mista pela Eletromobilidade

No dia 5 de julho de 2023 foi realizada no Senado Federal reunião para instalação da Frente Parlamentar Mista pela Eletromobilidade, composta por vinte e cinco senadores e dez deputados. Na reunião, que contou com a participação de diversos representantes da sociedade civil, foi eleito presidente o senador Rodrigo Cunha – autor do Projeto de Resolução do Senado nº 64/2021, que propunha a instalação da Frente, o qual foi aprovado

e convertido na Resolução do Senado Federal nº 2/2022 – e aprovado o estatuto do colegiado.

Em síntese, uma frente parlamentar consiste em associação suprapartidária de parlamentares interessados em debater e apresentar propostas relativas ao tema objeto do colegiado. A Frente, que funcionará por prazo indeterminado, além de apresentar propostas legislativa, pode fomentar o debate sobre o tema por meio de realização de

congressos, seminários, simpósios, conferências, debates, estudos, encontros, visitas, assim como cooperação técnica com entidades nacionais e estrangeiras.

Na reunião, ilustrativamente, o presidente da Frente apontou que o colegiado buscará identificar gargalos e oportunidades para o mercado da mobilidade elétrica, além de levantar informações sobre as dificuldades e vantagens experienciadas pelos consumidores, sobre reciclagem de baterias e sobre os efeitos da eletrificação quanto a postos de trabalho.

Participou também da reunião de instalação da Frente a diretora do Departamento de Desenvolvimento da Indústria de Alta-Média Complexidade Tecnológica do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, Margarete Gandini, o que sugere um cenário de interlocução positiva entre o colegiado e a pasta do Poder Executivo.

A diretora apontou que a tônica do Poder Executivo tem sido a descarbonização, sem preferência por uma rota tecnológica específica. Apontou algumas iniciativas em curso, como o Made in Brazil Integrado (MiBI), criado pela Secretaria Especial de Produtividade e Competitividade do Ministério da Economia por meio da Portaria 9.035/2021. O programa de pesquisa estruturante, que conta com recursos do Rota 2030, é voltado para discussões sobre

baterias de lítio, notadamente no que diz respeito à reciclagem. Sua rede conta com coordenações do governo e da iniciativa privada.

Mencionou, também, um grupo para discussão sobre células de hidrogênio para veículos e seu elevado potencial de aplicação para a categoria de pesados. Sinalizou também que estava em discussão um novo ciclo para o Rota 2030, já devidamente abordado neste capítulo do Anuário.

Por fim, o presidente, senador Rodrigo Cunha, anunciou que os próximos passos a serem seguidos pela Frente são a definição do vice-presidente e de uma comissão executiva, a quem competirá criar um plano de trabalho.

Cumprir observar que, em razão do Requerimento de Criação de Frente Parlamentar n.º 8.003/2018, proposto pelo deputado federal Marcelo Matos, em maio de 2018 foi lançada a Frente Parlamentar Mista em Defesa da Eletromobilidade Brasileira, que chegou a contar com a adesão de 190 deputados e 10 senadores. No entanto, as atividades do grupo foram descontinuadas e o referido requerimento foi arquivado em janeiro de 2019 devido a decisão da presidência da Câmara dos Deputados.

Quanto à atual Frente, o presidente, senador Rodrigo Cunha, afirmou que a eletrificação é uma tendência mundial e que a criação do grupo permite conferir centralização e constância para a pauta no Congresso Nacional (TV SENADO, 2023).

4.2.4 Padronização de plugues

Em 25 de outubro de 2023, em decorrência da aprovação do Requerimento n.º 46/2023, a Comissão de Defesa do Consumidor (CDC) da Câmara dos Deputados realizou audiência pública a fim de debater o Projeto de Lei nº 1.621, que determina a padronização da conexão (plugues) dos veículos elétricos às estações de recarga no Brasil.

Conforme exposto por representante do MDIC, diante do cenário de rápido desenvolvimento a nível mundial de novos padrões de conectores, ainda no contexto da elaboração do Rota 2030, entendeu-se que a adoção de qualquer

regulamentação para fins de padronização de plugues poderia surgir como fator inibidor da inovação e investimentos.

Assim, o Brasil permanece sem uma regra que determine um padrão para plugues de conexão entre veículos e estação de recarga, dilema também enfrentado por diversos outros mercados que também experienciam a transição para a eletrificação. A título de exemplo, representante da Associação Brasileira de Veículos Elétricos (ABVE), apresentou na audiência da CDC o quadro seguinte:

Quadro 3: Exemplos de instrumentos para a padronização de Plugs (não exaustivo)

Contexto	Política de padronização
Estados Unidos	Ainda sem padronização única, observou-se o surgimento de dois padrões de recarga concorrentes, o CCS Tipo 1 e o NACS, fazendo com que para metade dos motoristas 50% da infraestrutura de recarga não possa ser utilizada em seus veículos ou em seus deslocamentos. Reconhecidamente um grande prejuízo para a sociedade e para o esforço na descarbonização da logística do país.
Integrantes da <i>Commonwealth</i>	Estabeleceram por lei o padrão CCS Tipo 2 (Reino Unido) ou expressam recomendação para o mesmo modelo.
União Europeia	Padronizou em 2014 o sistema de recarga e os seus veículos para o CCS Tipo 2. Essa medida trouxe maior segurança para os investimentos na infraestrutura da mobilidade elétrica e da descarbonização, além de maior benefício para a experiência dos motoristas de veículos elétricos e maior segurança no momento da recarga.

Fonte: elaboração própria a partir de audiência da CDC (2023)

A título complementar, destaca-se movimentos recentes nos Estados Unidos que visavam lidar com o mesmo objeto regulatório. Neste sentido, em agosto deste ano (2023), foi aprovada no Texas (REUTERS, 2023) uma norma que estabelece a inclusão do modelo da Tesla (TSLA.O) em estações de recarga como requisito para elegibilidade a subsídios federais (REUTERS, 2023). Regulação similar foi aprovada em julho em Kentucky, onde as empresas de estações de recarga devem aderir ao modelo de plug da Tesla se quiserem fazer parte do programa estadual para eletrificação de rodovias, financiado por fundos federais. A imposição chegou a ser considerada até mesmo a nível federal (REUTERS, 2023), para que fosse estabelecido um padrão de plug para a indústria.

Numa visão geral, estudo do ICCT identifica três estratégias disponíveis para as autoridades

nacionais ao escolherem padrões de carregadores, que são as especificações técnicas que moldam a utilização do carregador e, por fim, influenciam os veículos que se beneficiarão da qualidade de padrão dominante em um país.

O relatório do ICCT utiliza uma análise histórica e técnica dos padrões internacionais de carregadores para veículos elétricos a bateria (BEVs) para identificar os fatores que moldam a estratégia de um país na definição de um padrão de carregador. Esses fatores incluem o papel do país como importador ou exportador de VE, a capacidade de inovação da indústria privada, o tamanho do mercado e a força regulatória.

As estratégias disponíveis para formulação de estratégias pelos países podem ser assim representadas:

Quadro 4: Exemplos de estratégias e suas características (não exaustivo)

Estratégias	Características
Abordagem <i>Laissez-Faire</i>	Caso seja garantida a dinâmica de livre mercado, diversas soluções podem ser submetidas a um regime de concorrência, onde os agentes econômicos teriam estímulos para investir em inovação e desenvolver modelos mais eficientes. No entanto, a falta de padronização pode representar risco aos usuários de veículos elétricos, que consistiria na possibilidade de se depararem com situações de incompatibilidade entre estação, cabo e veículo.

Adoção de Padrão Único	Adotar regulamentos que acomodem diversos tipos de carregadores e uma ampla gama de VEs, permitindo maior flexibilidade, mas potencialmente aumentando a complexidade.
Regulamentos de Interoperabilidade	Padronizou em 2014 o sistema de recarga e os seus veículos para o CCS Tipo 2. Essa medida trouxe maior segurança para os investimentos na infraestrutura da mobilidade elétrica e da descarbonização, além de maior benefício para a experiência dos motoristas de veículos elétricos e maior segurança no momento da recarga.

Fonte: elaboração própria a partir de fontes secundárias.

No Brasil, por exemplo, devido a movimentos iniciais de mercado, são amplamente difundidos o tipo 2 e CCS tipo 2 para corrente alternada e contínua respectivamente. Diante disso, o Projeto de Lei 1.621/22 visa determinar que os veículos elétricos novos comercializados no Brasil contenham obrigatoriamente cabo de recarga que se conecte a estações de recarga conforme configuração padronizada nacionalmente, na forma de um regulamento a ser editado.

Segundo o texto da proposta, que endereça as estações que não sejam de uso exclusivamente privado, o prazo para adaptação de eletropostos que não sejam novos seria de um ano. Já os novos deveriam ser adequados no prazo de 180 dias.

Neste sentido, compreende-se que a proposta tem por essência um perfil de política de demanda que visa, por meio da padronização, reduzir as incertezas atinentes ao desenvolvimento da nova tecnologia de forma a fortalecê-la frente às rotas concorrentes.

Conforme determinado pelo despacho inicial da Mesa Diretora da Câmara dos Deputados, antes que possa seguir para revisão do Senado Federal, o projeto deverá ser deliberado pelas Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJC), Comissão de Defesa do Consumidor (CDC), Comissão de Desenvolvimento Econômico (CDE) e Comissão de Indústria, Comércio e Serviços (CICS).

4.2.5 Parametrização para avaliação de autonomia.

O Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV), sob a coordenação do Inmetro, lançou sua nova Tabela 2023, fornecendo informações atualizadas sobre eficiência energética, consumo, autonomia e emissões de gases para todos os carros de passeio, picapes e utilitários disponíveis no Brasil. O PBEV, que completa 15 anos, abrange 747 modelos e versões, incluindo 68 modelos elétricos (VE) e 48 plug-in (VEHP). A Tabela 2023 traz uma novidade, a autonomia no modo elétrico, apresentada em quilômetros de alcance, facilitando o entendimento do consumidor, especialmente para os VE e VEHP.

A Tabela 2023 antecipa alguns lançamentos, como a nova picape Chevrolet Montana, a nova Hyundai Tucson, o Peugeot E-2008 elétrico, os modelos elétricos EQA, EQB e EQC da Mercedes-Benz, o sedan elétrico JAC e-J7, os SUV elétricos Dongfeng Seres e BYD Yuan, e novos veículos comerciais elétricos das marcas BYD e do grupo Stellantis. Além disso, a marca McLaren retorna ao programa com seu superesportivo Artura Plug-in.

Comparado à tabela anterior, houve uma melhoria média de 5% no consumo energético dos SUVs grandes, caindo de 1,95 MJ/km para 1,85 MJ/km, e uma redução de aproximadamente 2%

¹ Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular é uma iniciativa do INMETRO que vigora desde abril de 2009 por meio da qual os veículos produzidos no Brasil serão classificados de acordo com sua eficiência energética, ou seja, seu consumo de combustível.

nos SUVs compactos, diminuindo de 1,84 MJ/km para 1,80 MJ/km. Essas melhorias são atribuídas principalmente à entrada de novos modelos elétricos e híbridos no programa. Três modelos elétricos subcompactos (Renault E-KWID, Fiat 500E e Caoa Cherry Icar EQ1) lideram o ranking de melhor consumo energético.

Nas categorias de veículos elétricos médios e grandes, os destaques incluem o Chevrolet Bolt, o Peugeot E-2008 GT e os modelos BYD D1/D2 180EV. Entre os SUVs, os elétricos BYD Yuan Plus 310 EV e Dongfeng Seres se destacaram.

O PBEV segue as diretrizes estabelecidas pelo Inovar Auto desde 2015 e mantém a avaliação do consumo energético de carros, tanto a combustão quanto elétricos, baseada na metodologia norte-americana da SAE (Society of Automotive

Engineers). Os valores de autonomia são ajustados para refletir o uso cotidiano, aproximando os números dos testes em laboratório das condições reais de uso nas estradas, proporcionando informações mais precisas aos consumidores.

A declaração dos dados de eficiência energética para veículos elétricos segue a mesma metodologia utilizada nos Estados Unidos, com a aplicação de fatores de correção para se aproximar dos valores reais de consumo. Essas práticas visam prover os compradores de veículos no Brasil de informações objetivas.

Entende-se, portanto, que esta seria igualmente uma política de demanda, também pautada na padronização como mecanismo de fortalecimento da tecnologia diante das concorrentes.

4.2.6 Imposto de importação sobre veículos eletrificados

Inicialmente, a distinção do regime tributário para incentivo à importação de veículos eletrificados foi instituída por meio da Resolução CAMEX n.º 97/2015.

Segundo pronunciamento feito à época pela Câmara de Comércio Exterior, quando havia aproximadamente três mil elétricos híbridos no Brasil (apenas 0,002% da frota nacional), a medida visava inserir o País “em novas rotas tecnológicas, disponibilizando ao consumidor veículos com alta eficiência energética, baixo consumo de combustíveis e reduzida emissão de poluentes”. Ainda, segundo o mesmo órgão, a medida estava alinhada à “política de fomento para novas tecnologias de propulsão e atração de novos investimentos para produção nacional desses veículos” (Agência CNT, 2015).

Assim, a resolução alterou a Lista Brasileira de Exceções à Tarifa Externa Comum do MERCOSUL (LETEC) e reduziu as alíquotas do Imposto de Importação (II) para automóveis híbridos, que eram classificados sob os códigos 8703.22.10 e 8703.23.10 da Nomenclatura Comum do MERCOSUL (NCM).

Inicialmente, essa redução do imposto era

substancial, diminuindo de 35% para uma faixa de 0% a 7%, dependendo do nível de eficiência energética do veículo em termos de MJ/km e do grau de montagem do bem importado – seja como veículos desmontados (CKD), semidesmontados (SKD) ou veículos totalmente montados (CBU).

Nos anos subsequentes, houve adaptações necessárias nos códigos NCM devido a modificações no Sistema Harmonizado (SH), bem como ajustes nas alíquotas originalmente propostas. A mais recente dessas mudanças ocorreu em 1º de abril de 2022, por meio da Resolução Gecex n.º 318, que resultou em uma nova redução das alíquotas do Imposto de Importação (II) para veículos eletrificados. Essas alíquotas agora variam de 0% a 4%, dependendo da eficiência energética e do nível de montagem do veículo.

Ao longo de 2023, no entanto, o enquadramento tributário foi objeto de reiteradas discussões junto ao governo federal. Por um lado, defendeu-se o fim do incentivo fiscal ao argumento de que os custos de produção expressivamente baixos para fabricação de elétricos, como na China, por exemplo – cujos produtos despontam entre os mais vendidos no Brasil em 2023 – colocam em

risco a competitividade e os estímulos à produção nacional.

Por outro lado, sustentou-se que a tributação deveria ser retomada apenas quando a fatia de eletrificados correspondesse a 6% dos emplacamentos no Brasil, o que está previsto para 2025. A referida porcentagem está apenas um ponto acima do que tem sido considerado o ponto de inflexão para os veículos totalmente elétricos, quando se inicia a adoção em massa da nova tecnologia (BLOOMBERG, 2023). Atingir este estágio é também um importante passo para criar um contexto mais propício para sanar as limitações de estímulos para investimento em infraestrutura, devido à sua conhecida interdependência com a demanda associada à disponibilidade de veículos eletrificados.

Em entrevista a uma coluna especializada

(REUTERS, 2023), o Secretário de Desenvolvimento Industrial, Inovação, Comércio e Serviços do MDIC, Wallace Moreira, havia sinalizado que, para mitigar os impactos no mercado, a alíquota do imposto de importação sobre eletrificados seria reestabelecida gradualmente, atingindo um patamar de 35% em três anos.

Neste sentido, em 10 de novembro de 2023, o Comitê Executivo de Gestão da Câmara de Comércio Exterior (Gecex-Camex) deliberou, então, por retomar gradualmente o imposto de importação sobre veículos elétricos, híbridos e híbridos plug-in, bem como criar cotas iniciais para importações com isenção até 2026.

Assim, segundo publicado na página institucional do MDIC (2023), a deliberação estabeleceu que a gradação das alíquotas se dará por categorias conforme cronograma abaixo:

Categoria	Alíquota em			
	Jan. 2024	Jul. 2024	Jul. 2025	Jul. 2026
Híbridos	12%	25%	30%	35%
Híbridos Plug-in	12%	20%	28%	35%
Elétricos	10%	18%	25%	35%
Elétricos para transporte de carga	20%	35%	35%	35%

Fonte: elaboração própria a partir de informações disponíveis na página institucional do MDIC (2023).

De acordo com a página do MDIC (2023), o cronograma observa a maturidade de manufatura no país para cada uma das tecnologias envolvidas e será publicada, em dezembro, portaria que disciplinará a distribuição de cotas por importadores, preservando a possibilidade de atendimento a novos importadores. As empresas têm até 30 de junho de 2026 para continuar importando com isenção até determinadas cotas de valor, destacadas abaixo, também estabelecidas por modelo.

Categoria	Quotas em			
	Jun. 2024	Jul. 2024	Jul. 2025	Jun. 2026
Híbridos	US\$ 130 milhões	-	US\$ 97 milhões	US\$ 43 milhões
Híbridos Plug-in	-	US\$ 226 milhões	US\$ 169 milhões	US\$ 75 milhões
Elétricos	-	US\$ 283 milhões	US\$ 226 milhões	US\$ 141 milhões
Elétricos para transporte de carga	-	US\$ 20 milhões	US\$ 13 milhões	US\$ 6 milhões

Ainda consoante a publicação na página do Ministério, para o vice-presidente e ministro do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, Geraldo Alckmin, a transição da indústria automobilística mundial para a eletrificação é uma realidade incontornável: “É chegada a hora de o Brasil avançar, ampliando a eficiência energética da frota, aumentando nossa competitividade

internacional e impactando positivamente o meio ambiente e a saúde da população”.

À medida em que o Imposto de Importação tem um efeito de facilitar ou dificultar o acesso de consumidores à nova tecnologia, entende-se como instrumento para indução de política de demanda, visto que não é capaz de reconfigurar, por si só, os custos de inovação.

4.2.7 Diretrizes para a Política Nacional de Mobilidade Elétrica - PL n.º 2.156/2021

Outro sinal que ilustra um avanço do quadro institucional associado ao mercado nacional de eletromobilidade foi a aprovação de parecer favorável ao Projeto de Lei (PL) n.º 2.156/2021 na Comissão de Desenvolvimento Urbano (CDU) da Câmara dos Deputados em agosto de 2023. A proposição, que, conforme ementa, dispõe sobre as diretrizes para a Política Nacional de Mobilidade Elétrica, e dá outras providências, foi apresentada em junho de 2021 pelo deputado federal Júlio Cesar Ribeiro.

Em síntese, seriam destacáveis dois aspectos do projeto. A institucionalização de conceitos iniciais relacionados ao ecossistema da mobilidade elétrica e de diretrizes para estimular a eletrificação no País.

Quanto ao primeiro aspecto, o texto da proposição sugere inicialmente, por meio de seu artigo 2º, conceituações iniciais sobre mobilidade elétrica, rede de mobilidade elétrica, veículos elétricos e pontos de carregamento.

Adicionalmente, por meio do seu artigo 4º, o projeto elenca como principais medidas para assegurar a mobilidade elétrica comercialização de eletricidade, operacionalização de pontos de carregamento e a gestão de operações da rede de mobilidade elétrica, para as quais também são apresentadas conceituações.

Quanto ao segundo aspecto, ou seja, as diretrizes para eletrificação, são previstas algumas abordagens no texto inicial do Projeto de Lei n.º 2.156/2021. Entre elas, está a adoção de regras que incentivam a aquisição de veículos elétricos, que viabilizem a existência de uma rede de pontos

de carregamento, que permitam ao utilizador de veículos elétricos acessar livremente qualquer ponto de carregamento integrado à rede de mobilidade elétrica - independentemente do comercializador de eletricidade que tenha contratado, e que viabilizem a instalação de pontos de carregamento de acesso privativo em edifícios existentes.

De acordo com o projeto, além de fomento à realização de estudos da viabilidade, seriam também adotadas medidas para facilitar a conversão da frota ativa de veículos à combustão para o sistema elétrico. Por fim, entre as diretrizes, estão previstas também a promoção de ações educativas, bem como de eventos para debate entre especialistas.

À época da produção do presente trabalho, o PL encontrava-se na Comissão de Viação e Transportes (CVT) aguardando designação do relator. Posteriormente, conforme despacho inicial, seria submetido à deliberação da Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJC) antes de ser remetido para revisão do Senado Federal.

Outro ponto de destaque do projeto é que, além de trazer para o ordenamento jurídico brasileiro conceitos a nível legal (muitas das referências conceituais para mobilidade elétrica ainda são tratadas a nível infralegal, a exemplo de estações de recarga e veículos elétricos, encontradas na Resolução ANEEL n.º 1000/2021), traria diretrizes tendentes a fomentar o amadurecimento do ecossistema como um todo.

Em síntese, o Projeto de Lei (PL) n.º 2.156/2021, discutido no texto original, representa uma política de demanda fundamental para o desenvolvimento do mercado nacional de

eletromobilidade. Pois, como viu-se, esta iniciativa se destaca por sua ênfase na definição conceitual das arquiteturas relacionadas à mobilidade elétrica e pela abordagem detalhada dos aspectos de infraestrutura necessários para a sua concretização; elementos fundamentais para a promoção deste mercado. Além disso, é importante ressaltar que a criação de uma Política Nacional de Mobilidade Elétrica por meio deste projeto representa um

marco significativo. Ao estabelecer diretrizes a nível nacional, a proposta oferece maior segurança e previsibilidade para investidores e empresas interessadas em participar desse mercado emergente. Isso não apenas incentiva o investimento no setor, mas também posiciona o Brasil como um país que tem um posicionamento concreto perante a mobilidade elétrica e alinhado com as tendências globais.

4.3

Marco Legal do Transporte Público Coletivo.

Ao longo de 2023, as discussões sobre um novo Marco Legal do Transporte Público foram concentradas em torno de duas propostas. A primeira, de autoria do então senador Antonio Anastasia, atualmente ministro do Tribunal de Contas da União (TCU), é o Projeto de Lei n.º 3.278/2021, que havia sido arquivado, mas voltou a tramitar devido à aprovação do Requerimento n.º 285/2023, subscrito por 36 senadores.

A proposição aborda a reestruturação do modelo de prestação de serviço de Transporte Público Coletivo e elenca princípios, diretrizes, objetivos e definições pertinentes, além de dispor sobre a organização, financiamento, operação e contratação de operadores e regime econômico-financeiro, além de transparência de informações para os usuários do serviço.

A segunda proposta, consiste em uma minuta de projeto de lei de iniciativa do poder executivo, desenvolvida ao longo de 2022 pelo Fórum de Mobilidade Urbana do Ministério de Desenvolvimento Regional, atual Ministério das Cidades (MCidades), e submetido a consulta pública pela Secretaria de Mobilidade Urbana (SEMOB) entre novembro de 2022 e fevereiro de 2023.

O atual texto consolidado, ainda não submetido ao Congresso Nacional, não apontava tecnologias específicas a serem adotadas, mas

indicava entre suas diretrizes a transição energética sustentável, com utilização de fontes renováveis de energia. O texto define como transição energética do transporte público coletivo a política de substituição gradual de combustíveis fósseis por combustíveis renováveis, com menor geração de poluentes locais e gases de efeito estufa.

Ainda, a minuta define que o planejamento do transporte público coletivo deverá estabelecer meta de redução de emissões de poluentes atmosféricos e gases de efeito estufa decorrentes da queima de combustíveis fósseis e que investimentos em infraestrutura de transporte público deverão priorizar projetos que promovam a redução de emissões de poluentes locais e gases de efeito estufa e incentivem a transição tecnológica para fontes mais limpas.

Ambas as proposições podem servir como base para uma reestruturação legislativa que permita maior flexibilidade nos contratos de concessão de serviços públicos, de modo a contemplar melhor as especificidades dos modelos de negócio típicos da eletromobilidade. Neste sentido, conforme será melhor explorado na seção sobre o quadro institucional nos municípios, entende-se que seria recomendável particular atenção para a fragmentação da operação (e.g. diferenciação da propriedade e da operação, em sentido estrito, do serviço público).

4.4

Esferas municipal e distrital.

O congestionamento, associado a sistemas deficientes de mobilidade e ao uso massivo de transporte individual, sobrecarrega as vias urbanas e eleva o tempo médio de percurso em todo o sistema, além de implicar consequências adversas sobre a saúde pública. Estas se expressam tanto na esfera física (e.g. problemas respiratórios, fadiga, problemas relacionados a sono e maiores índices de acidentes), quanto na psicológica (e.g. depressão e distúrbios comportamentais) (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2022). Adicionalmente, pode representar perdas de oportunidade devido aos altos custos de deslocamento, inclusive ligadas ao mercado de trabalho (IPEA, 2017).

No exercício de suas competências definidas constitucionalmente, as prefeituras e câmaras municipais deverão legislar sobre essas questões de interesse local, bem como prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, serviços públicos como o de transporte coletivo, que tem caráter essencial.

Neste sentido, no que tange aos esforços institucionais para eletrificação da mobilidade nas esferas municipais, são identificadas iniciativas regulatórias que ilustram temas que deverão ser enfrentados por estes entes, de acordo com suas particularidades. As referidas tendências são apresentadas a seguir título exploratório.

Quadro 5: Exemplos de instrumentos e cidades relacionadas e suas características

Macro temas/Alvos	Exemplos de Instrumentos e Cidades Relacionadas	Características
Procedimento específico para aprovação de implantação de postes para estação de recarga, inclusive em estacionamentos públicos.	Decreto n.º 588/2020, que estabelece o procedimento específico para aprovação de projetos de redes energizadas com implantação de poste para Estação de Recarga de Veículos Elétricos nas vias públicas do município de Curitiba. Paraná.; e Projeto de Lei n.º 209/2022, que determina que as vagas em estacionamentos públicos no município de Porto Alegre que vierem a disponibilizar recarga para carros elétricos deverão conter o que especifica. Porto Alegre.	Os municípios deverão editar normas para regular os procedimentos específicos para instalação de estações de recarga nas vias públicas municipais. Assim, o órgão público municipal incumbido pode definir documentações necessárias para expedir alvará de autorização. Também podem ser definidas regras sobre fiscalização, manutenção e garantia de condições mínimas de segurança, limpeza e conformidade com normas urbanísticas e ambientais aplicáveis. A autorização para instalação dos equipamentos pode, ainda, ser concedida a título precário, de forma que os podem ser retirados ou realocados a critério da administração pública sem ônus ao ente autorizador.

<p>Obrigatoriedade para previsão de solução de recarga de veículos elétricos em condomínios comerciais e residenciais.</p>	<p>Projeto de Lei n.º 197/2023, que dispõe sobre a obrigatoriedade da previsão de solução para recarga de veículos elétricos em condomínios verticais e horizontais, que tenham estacionamentos ou garagens em área comum, residenciais ou comerciais, e pontos públicos de recarga e dá outras providências. Distrito Federal; e</p> <p>Decreto n.º 43.056/2022, segundo o qual estacionamentos e garagens privados com mais de 100 vagas, deve ser previsto 1% do total de vagas com ponto de recarga exclusivo para automóveis elétricos. Distrito Federal.</p> <p>Lei n.º 17.336/2020, que dispõe sobre a obrigatoriedade da previsão de solução para carregamento de veículos elétricos em edifícios (condomínios) residenciais e comerciais. São Paulo. São Paulo.</p>	<p>As normas jurídicas e proposições legislativas identificadas ora referem-se apenas a edificações aprovadas posteriormente à vigência da regra, ora abrangem edificações já existentes. Nos modelos regulatórios em ascensão nos municípios, são constatadas variáveis como o critério para quantificação do número mínimo de vagas eletrificadas, que podem ser determinadas de acordo com a área privativa das unidades residenciais ou com o total de vagas disponíveis no estacionamento ou garagem. Ainda, pode ser excetuada a imposição para casos de comprovada inviabilidade técnica e econômica, para casos de edificações residenciais multifamiliares resultantes de programas habitacionais públicos, bem como para casos de unidades habitacionais com área inferior a um mínimo estabelecido. Por fim, pode haver diferentes regimes para edifícios públicos e privados.</p>
<p>Regimes diferenciados para deslocamento.</p>	<p>Lei n.º 15.997/2014, que estabelece a política municipal de incentivo ao uso de carros elétricos ou movidos a hidrogênio, e dá outras providências. São Paulo.</p>	<p>A fim de criar incentivos para a adoção de veículos de baixa ou zero emissão, podem ser criadas regras diferenciadas para sua circulação. Um exemplo, já em vigor em São Paulo, é excetuar veículos de baixa emissão dos programas de rodízio, que consistem na proibição da circulação de veículos automotores, inclusive caminhões, nas vias públicas em determinados horários e dias da semana, de acordo com o dígito final da placa do veículo. Ainda, podem ser criadas faixas exclusivas para deslocamento de veículos coletivos ou de emissão reduzida.</p>

<p>Metas para descarbonização de frotas da administração e serviços públicos.</p>	<p>Projeto de Lei n.º 392/2022, que estabelece a obrigatoriedade da utilização de veículos elétricos na prestação de serviços públicos que menciona, a partir de 2028. Belo Horizonte. Minas Gerais.</p> <p>Lei n.º 9.684/2018 que autoriza a prefeitura a estabelecer a política municipal de incentivo ao uso de carros elétricos, híbridos e dá outras providências. São José dos Campos. São Paulo.</p>	<p>Os municípios poderão estabelecer metas em termos percentuais e temporais para a redução de gases de efeito estufa e para a eletrificação da frota destinada à prestação de serviços públicos prestados diretamente pelo poder público, bem como por terceiros por meio de concessão, permissão e autorização. Portanto, estariam incluídos veículos à disposição de órgãos e membros da administração pública, o transporte público coletivo de passageiros e até mesmo táxis.</p>
---	---	--

Fonte: elaboração própria a partir dos instrumentos legais citados.

4.5

Transição de frotas no transporte público coletivo

Para além das tendências regulatórias, conforme ilustrado acima, entende-se que o protagonismo das cidades no processo de eletrificação da mobilidade se dará em especial por meio de compras públicas, particularmente no que se refere a coletivos urbanos. Isto porque no Brasil, terceiro país do mundo em número de ônibus (atrás apenas da China e da Índia) a categoria representava, em 2019, aproximadamente 86,3% da participação no total do transporte público coletivo (Bermudez e Consoni, 2019). Em 2022, chegou-se a um total de 117 mil ônibus municipais e metropolitanos em operação no país, dos quais menos de 1% eram de baixa ou zero emissão (WRI BRASIL, 2022).

Por um lado, os ônibus cumprem papel essencial no sistema público de transporte no País, preponderantemente baseado em modais

rodoviários. Por outro, também representam fonte expressiva de poluentes. Estudos indicam que de 106 mil toneladas emitidas anualmente por veículos, 46% advêm dos ônibus e 38% de automóveis (ANTP, 2018).

Sob esta ótica, e considerado que, nos termos da Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei n.º 12.587/2012), os serviços de transporte público coletivo são prioritários em relação ao transporte individual motorizado, fica evidenciada a necessidade de adoção de modelos menos poluentes nas cidades. Contudo, muitos municípios ainda enfrentam desafios para uma adesão efetiva à eletromobilidade por causa de barreiras operacionais, financeiras e jurídicas. Neste sentido, cabe levantar o que se tem verificado nos municípios em termos de eletrificação de coletivos ao longo deste ano (2023).

Quadro 6: Exemplos de ações municipais

Município	Objeto	Observações
São José dos Campos (SP)	Licitação de R\$ 3 bilhões para aluguel de 400 ônibus elétricos.	Em face de representação apresentada por vereadores e por empresa de serviço de transportes, o Tribunal de Contas do Estado (TCE) de São Paulo havia determinado a suspensão do processo licitatório. Entre as razões elencadas para a suspensão estavam o prejuízo à licitação devido à falta de clareza quanto à obrigação de fornecimento de carregadores e baterias para os veículos, bem como a fragmentação do serviço. Visto que a licitação fora revogada pela Urbanizadora Municipal S/A (Urbam), que gerencia os transportes em São José dos Campos, o TCE extinguiu o processo devido à perda de objeto. Em outubro de 2023, a Urbam publicou novo edital para locação dos ônibus. Foi previsto que, em outro momento, seria realizada licitação para o sistema de carregamento, para contratação da operação do sistema e, se necessário, de energia elétrica.

Manaus (AM)	Licitação para aquisição de 12 ônibus elétricos, sendo 10 básicos e 2 articulados.	Em janeiro de 2023, no entanto, a Comissão Municipal de Licitação da Prefeitura de Manaus anunciou a suspensão do processo licitatório.
Campinas (SP)	Licitação para aquisição de 256 ônibus elétricos.	Após a licitação ter sido declarada deserta (quando não são apresentadas ofertas), foi aberta nova consulta pública para apresentação de contribuições e questionamentos. Em face de representação apresentada pelo Sindicato das Empresas de Transporte Metropolitano e Urbano de Passageiros da Região Metropolitana de Campinas (Setcamp), anteriormente, o Tribunal de Contas do Estado (TCE) de São Paulo havia determinado a suspensão do processo licitatório. Posteriormente o Tribunal, autorizou sua continuidade desde que o edital fosse retificado em 14 itens de natureza técnica (e.g. utilização de bases salariais mais recentes; informar a metodologia, parâmetros, critérios e procedimentos relacionados à apuração da demanda, etc.)
Fortaleza (CE)	Aquisição de 19 ônibus elétricos.	Financiamento contratado junto ao BNDES, no valor de R\$ 50 milhões, para financiar aquisição dos veículos, aprovado pela Câmara Municipal por meio do Projeto de Lei Ordinária n.º 328/2023.
São Paulo (SP)	Contrato com a Enel X para disponibilização de 50 ônibus elétricos e infraestrutura de recarga nas garagens.	Dos 50 novos veículos, já devidamente entregues, 25 são da Transwoff, 12 da Transpass, 12 da Ambiental e 1 da Campo Belo, que substituirão modelos a diesel (Portal de Imprensa da Prefeitura de São Paulo, 2023).
Cascavel (PR)	Licitação para aquisição de 15 ônibus elétricos, sendo 13 básicos e 2 articulados. ²	Viabilizada com incentivos do governo estadual e do Banco Regional do Desenvolvimento do Extremo Sul (BRDE).

² Até o término desta redação, já jhouveram sido entregues os primeiros 15 ônibus elétricos para Cascavel (PR). Ver, a esse respeito, <https://insideevs.uol.com.br/news/668180/onibus-eletricos-prefeitura-cascavel/>.

Curitiba (PR)	Aquisição de 70 ônibus elétricos para a Rede Integrada de Transporte de Curitiba (RIT), dos quais 28 serão articulados e 42 básicos.	Investimento de R\$ 200 milhões, em recursos próprios, dentro do Programa de Mobilidade Sustentável de Curitiba. Considerados três modelos de negócio: i) contratação única para veículos, energia, operação e manutenção; ii) modelo com dois componentes, com um contrato para veículos e energia e outro para a manutenção e operação; e iii) modelo com três componentes, sendo separados os contratos de fornecimento de veículos, infraestrutura de energia e outro para a operação e manutenção.
---------------	--	--

Fonte: elaboração própria a partir dos instrumentos legais citados

Na prática, verifica-se, portanto, que os percalços jurídicos, em certa medida, ainda são comuns no contexto de processos licitatórios para coletivos elétricos nos municípios.

Ainda, cabe ressaltar que, como a remuneração dos contratos de transporte coletivo ainda é expressivamente vinculada ao valor das tarifas cobradas, um mal dimensionamento da demanda pode comprometer sua viabilidade e impor a necessidade de se promover o reequilíbrio econômico-financeiro ou reajuste tarifário (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2022).

Assim, há que se pensar em contratos inovadores que sejam capazes de renovar o sistema de transporte com a necessária transição para frotas mais limpas que contemplem a eletromobilidade. É necessário que sejam garantidas condições necessárias para a oferta de um serviço que seja economicamente viável e também atrativo (WRI BRASIL, 2022), o que, espera-se, seja possibilitado por meio dos instrumentos em discussão para um novo Marco Legal do Transporte Coletivo, referenciados em seção anterior.

Cabe apontar que, conforme referências conceituais apresentadas introdutoriamente, as demandas governamentais pela nova tecnologia consistem em política indutora de demanda.

4.6

Considerações finais e perspectivas

Diante das sinalizações de evolução no quadro institucional da eletromobilidade no Brasil, é possível destacar algumas constatações de distinta relevância.

Primeiramente, cabe apontar que embora haja políticas vigentes para fomento da descarbonização da mobilidade, a exemplo do Rota 2030, à época da consolidação final do presente capítulo, ainda não se verificava no arcabouço jurídico nacional um marco legal que orientasse o desenvolvimento deste mercado de forma sistêmica. Por outro lado, declarações do governo federal apontam para a edição, por meio de Medida Provisória, do programa Mobilidade Verde, que substituiria o Rota 2030, de forma a fortalecer os incentivos para fabricação nacional não apenas de veículos leves, mas também de ônibus, caminhões, entre outros.

Foram constatadas sinalizações de avanços de diversos instrumentos de políticas públicas relativas à eletromobilidade no último ano, tanto a nível federal quanto municipal, o que indica uma crescente relevância do tema junto à Administração Pública e um movimento para internalizar na legislação aspectos correlatos (por exemplo, definição jurídicas de conceitos, diretrizes de fomento, tributação sobre importação de eletrificados, obrigatoriedade de soluções de recarga em edifícios, entre outros).

A julgar pelas discussões atreladas aos instrumentos que apresentaram tramitação de maior relevância para compor este capítulo, entende-se que as políticas que estão sendo desenhadas são marcadamente voltadas para a indução de demanda. Em síntese, o desenvolvimento da indústria e de cadeias produtivas e a criação de competências são centralizados em políticas como o Rota 2030.

Ao longo deste ano, puderam ser percebidas movimentações em diversos municípios no sentido de aderir a ônibus urbanos elétricos para seus respectivos sistemas de transporte público, o que pode conferir maior protagonismo a estes entes no processo de eletrificação. Ao mesmo tempo, verifica-se nas experiências recente incidência de dificuldades jurídicas no âmbito dos processos licitatórios e modelos de contratos referentes à adoção da propulsão elétrica para coletivos. Há perspectiva para que estes percalços possam ser contornados por meio do avanço de um novo marco legal para os coletivos.

Por fim, com o aumento da relevância a nível global da descarbonização da mobilidade – enquanto política industrial, ambiental e de saúde pública – presume-se uma crescente recorrência da matéria nas pautas e instrumentos para formulação de políticas públicas nos próximos anos.

Referências Bibliográficas

Agência CNT. **Governo federal zera imposto de importação para veículos elétricos**. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/governo-federal-zera-imposto-de-importacao-para-veiculos-eletricos-cnt>. 2015. Acesso em: 27 out. 23.

ANTP. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público - SIMOB/ANTP**. Relatório Geral 2018. Disponível em: <http://files.antp.org.br/simob/sistema-de-informacoes-da-mobilidade-simob-2018.pdf>. Acesso em: 27 out. 23.

Bermudez, T. ; Consoni, F. L. . **As cidades como líderes dos processos de transição para uma mobilidade de baixo-carbono: o caso dos onibus de baixa-emissão em São Paulo, Brasil**. 2019. (Apresentação de Trabalho/Outra). Acesso em: 27 out. 23.

Bloomberg. **Electric Cars Pass a Crucial Tipping Point in 23 Countries**. 28 ago. 2023. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-08-28/electric-cars-pass-a-crucial-tipping-point-in-23-countries>. Acesso em: 27 out. 23.

Brasil. **Ministério do Desenvolvimento Regional. Projeto de Lei**. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/midia/documentos/pdf/minutamarcogaltpc.pdf/@download/file>. Acesso em: 27 out. 23.

BRASIL. **Ministério da Economia. Secretaria de Desenvolvimento da Indústria, Comércio, Serviços e Inovação**. Resolução SDIC/MDIC nº 8, de 12 de abril de 2023. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 abr. 2023. Seção 1, p. 1.

Confederação Nacional do Transporte. O transporte move o Brasil: propostas da CNT ao país. Disponível em: <https://cdn.cnt.org.br/diretorioVirtualPrd/907973a7-6dc6-4006-b683-9e6ef6bc1505.pdf>. Acesso em: 27 out. 23.

Exame. **BIF 23 - 6º Brasil Investment Forum - Dia 1**. 2023. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=s-TLBN-QRXGA>. Acesso em: 9 nov. 23.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Sobre o IPEA. Disponível em: <https://ipea.gov.br/acessooportunidades/sobre/>. Acesso em: 27 out. 23.

Jacobsson, Staffan, and Anna Johnson. **“The Diffusion Of Renewable Energy Technology: An Analytical Framework And Key Issues For Research”**. Energy Policy 28 (2000): 625–640.

Lindau, Luis Antonio; Albuquerque, Cristina; Petzhold, Guillermo; Barcelos, Mariana Müller; Blank, Cynthia. **5 inovações em contratos de concessão para combater crise do transporte coletivo no Brasil**. WRI Brasil, 10 jan. 2022. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/5-inovacoes-em-contratos-de-concessao-para-combater-crise-do-transporte-coletivo-no-brasil>. Acesso em: 27 out. 23.

Mundo Conectado. **Governo brasileiro planeja medidas para nacionalizar carros elétricos.** Mundo Conectado, [S.I.], data de publicação ou última atualização indisponível. Disponível em: <<https://www.mundoconectado.com.br/carros/governo-brasileiro-planeja-medidas-para-nacionalizar-carros-eletricos/>>. Acesso em: 02 nov. 2023.

Nemet, Gregory. **'Demand-Pull Energy Technology Policies, Diffusion, And Improvements In California Wind Power'**. Foxon, TJ Et Al. Innovation For A Low Carbon Economy. Edward Elgar, (2008) 47–78.

Orssatto, Renato J, and Stewart R Clegg. **"The Political Ecology Of Organizations Toward A Framework For Analyzing Business-Environment Relationships"**. Organization & Environment 12 (1999): 263–279.

MDIC. Reunião do GECEX. **Imposto de importação para veículos eletrificados será retomado em janeiro de 2024.** 10 nov. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2023/novembro/imposto-de-importacao-para-veiculos-eletrificados-sera-retomado-em-janeiro-de-2024>. Acesso em: 11 nov. 23

Peters, Michael, Malte Schneider, Tobias Grieshaber, and Volker H Hoffmann. **"The Impact Of Technology-Push And Demand-Pull Policies On Technical Change—Does The Locus Of Policies Matter?"**. Research Policy 41 (2012): 1296–1308.

Pettigrew, S. **Working Paper 2023-02, January 2023.** Disponível em: <https://theicct.org/wp-content/uploads/2023/01/lat-am-eva-choose-charger-std-chile-jan23.pdf>. Acesso em: 27 out. 23.

Portal de Imprensa da Prefeitura de São Paulo. **São Paulo apresenta novos ônibus elétricos e avança na renovação da frota por modelos de energia limpa.** Disponível em: <https://imprensa.prefeitura.sp.gov.br/noticia/sao-paulo-apresenta-novos-onibus-eletricos-e-avanca-na-renovacao-da-frota-por-modelos-de-energia-limpa#:~:text=Dos%2050%20novos%20ve%C3%ADculos%20el%C3%A9tricos,frota%20de%20%C3%B4nibus%20a%20diesel..> Acesso em: 27 out. 23.

Rehfeld, Katharina-Maria, Klaus Rennings, and Andreas Ziegler. **"Integrated Product Policy And Environmental Product Innovations: An Empirical Analysis"**. Ecological Economics 61 (2007): 91–100.

Reuters. **Brazil to end import tax exemption on electric vehicles, says official.** 15 set. 2023. Disponível em: <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/brazil-end-import-tax-exemption-electric-vehicles-says-official-2023-09-15/>. Acesso em: 27 out. 23.

Reuters. **Kentucky mandates Tesla's charging plug in state-backed charging stations - documents.** 3 jul. 2023. Disponível em: <https://www.reuters.com/technology/kentucky-mandates-teslas-charging-plug-state-backed-charging-stations-documents-2023-07-03/>. Acesso em: 27 out. 23.

Reuters. **Texas approves plan to mandate Tesla tech in EV chargers despite opposition.** 16 ago. 2023. Disponível em: <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/texas-approves-plan-mandate-tesla-tech-ev-chargers-despite-opposition-2023-08-16/>. Acesso em: 27 out. 23.

Reuters. **Washington state plans to mandate Tesla's charging plug - official.** 23 jun. 2023. Disponível em: <https://>

www.reuters.com/business/autos-transportation/washington-state-plans-mandate-teslas-charging-plug-official-2023-06-23/. Acesso em: 27 out. 23.

TV Senado. **Rodrigo Cunha é eleito presidente da Frente Parlamentar pela Eletromobilidade**. 2023. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=_Lh7Zs5DkJM. Acesso em: 9 nov. 23.

Rosenberg, Nathan. **“The Direction Of Technological Change: Inducement Mechanisms And Focusing Devices”**. Economic Development And Cultural Change, (1969) 1–24.

Van Vliet, Oscar PR, Thomas Kruihof, Wim C Turkenburg, and Andr'e PC Faaij. **“Techno-Economic Comparison Of Series Hybrid, Plug-In Hybrid, Fuel Cell And Regular Cars”**. Journal Of Power Sources 195 (2010): 6570–6585.

Walz, Rainer, Joachim Schleich, and Mario Ragwitz. **“How Regulation Influences Innovation: An Indicator Based Approach For The Case Of Renewable Energy Technologies”**. Georgia Institute Of Technology. (2008).

WRI Brasil. **Como implementar ônibus elétricos: um guia de eletromobilidade para cidades brasileiras**. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/como-implementar-onibus-eletricos-um-guia-de-eletromobilidade-para-cidades-brasileiras>. Acesso em: 27 out. 23.

CAPÍTULO 5.

ESTRATÉGIAS CORPORATIVAS DAS MONTADORAS EM PROL DA DESCARBONIZAÇÃO



RAFAEL AUGUSTO SEIXAS REIS DE PAULA

Analista de Prospecção e Oportunidades da Fundep, Membro do time de Prospecção e Captação da PNME.

REVISORES



LUCIANE NEVES CANHA

Professora Titular da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Pesquisadora PQ-1D do CNPq e Membro Senior do IEEE. Doutora em Engenharia Elétrica (UFSM)



LUCAS GONÇALVES DORNELAS

Analista de Prospecção e Oportunidades da Fundep. Membro do time de Prospecção e Captação da PNME.

Introdução

Este capítulo tem o objetivo de apresentar e discutir as principais estratégias adotadas pelas montadoras de veículos, leves e pesados, no Brasil em relação à descarbonização. A discussão está circunscrita ao que de mais relevante foi implementado desde 2022, quando do lançamento do último anuário da PNME.

5.1

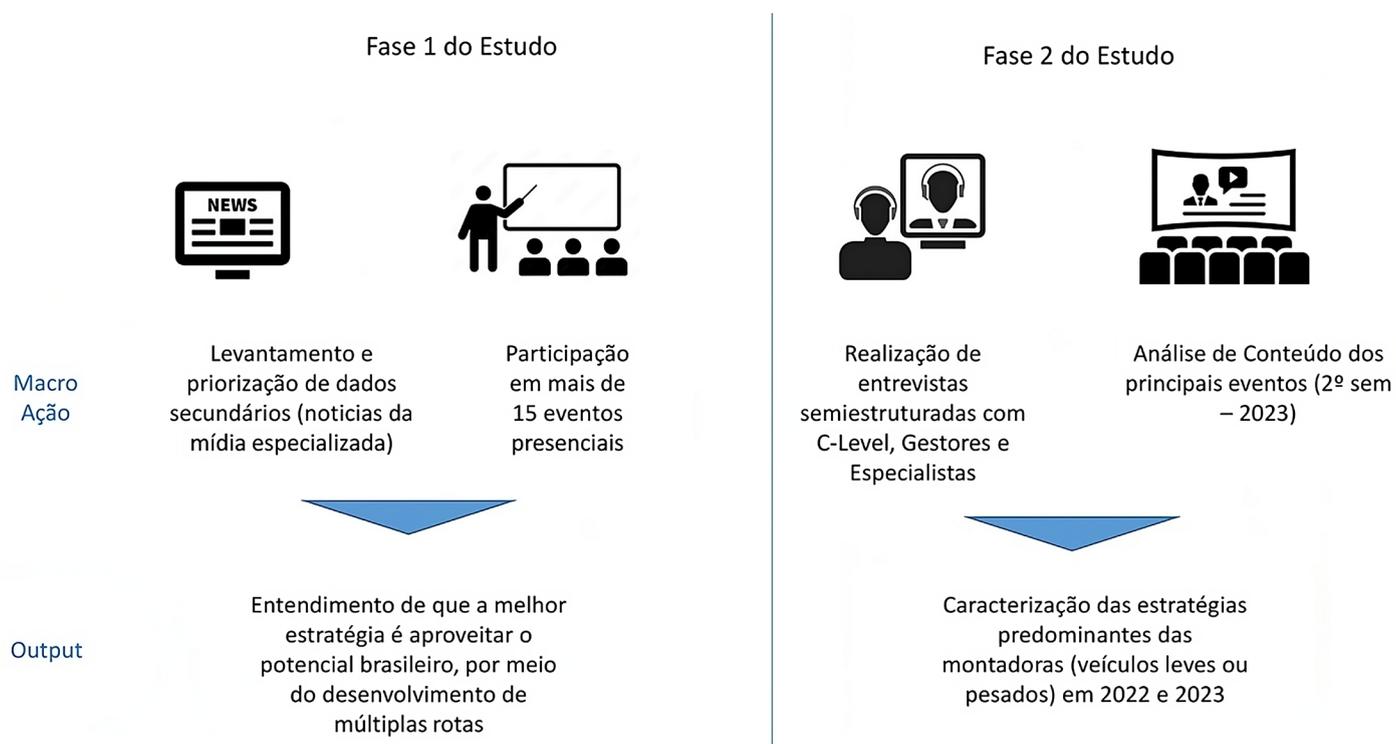
Metodologia

Para o desenvolvimento da análise deste capítulo foi necessário recorrer a um procedimento metodológico próprio e que está circunscrito aos anos de 2022 e 2023. Ele envolveu a análise de dados primários através da realização de entrevistas com profissionais com relevante experiência e posição de liderança nas principais montadoras em atuação no país, e secundários (via análise de

estudos e reportagens publicadas pela imprensa especializada), análise do conteúdo apresentado em debates, mesas redondas e palestras nos principais congressos, eventos, fóruns e encontros de mobilidade elétrica no Brasil.

A figura 1 sintetiza o procedimento metodológico do estudo realizado para esse capítulo.

Figura 1 - Overview do procedimento metodológico



Fonte: Elaboração própria

Na fase 1 da pesquisa, desde o segundo semestre de 2022, foi iniciado um processo contínuo e sistemático de captura de informações, para obtenção de dados secundários. Esse processo visou cobrir as principais informações pertinentes às estratégias corporativas das principais montadoras no Brasil,

tanto de veículos leves quanto pesados. Para tanto, houve a leitura diária de notícias sobre mobilidade elétrica, a partir da ferramenta automática Google Alerta, de compilação de notícias sobre termos pré-definidos. Os termos usados foram: “baterias elétricas”; “bateria elétrica” e “mobilidade elétrica”.

As notícias foram priorizadas e as principais informações coletadas foram organizadas em uma tabela com destaque para o conteúdo apresentado, as empresas envolvidas e a fonte de tais notícias. Essa tabela contempla 121 notícias priorizadas no período.

Seja para as montadoras de veículos leves, seja para as de veículos pesados, existem múltiplas rotas tecnológicas a serem seguidas, sendo que as estratégias de tais empresas não refletem apenas a tentativa de substituição direta de seus portfolios de veículos a combustão interna (ICE) para veículos 100% eletrificados (BEV). O contexto brasileiro apresenta uma multiplicidade de rotas tecnológicas para a descarbonização.

Posteriormente, na fase 2 da pesquisa, foram realizadas mais duas ações, também concomitantes:

- A realização de 7 (sete) entrevistas semi-estruturadas com líderes das principais montadoras no Brasil e especialistas de mercado; e
- A análise de conteúdo publicamente disponível nos sites e canais de divulgação (ex: canais do Youtube) dos principais eventos nacionais da mobilidade elétrica realizados no segundo semestre de 2023, tais como o:
 - i) C-Move, Congresso Brasileiro da Mobilidade e Veículos Elétricos realizado em São Paulo em outubro de 2023;
 - ii) #ABX23, Automotive Business

Essas duas últimas ações foram importantes para entender em detalhes sobre como se dará a transição de veículos a combustão para um modelo menos poluente, como as empresas estão se posicionando frente as múltiplas rotas e quais gargalos ou desafios as montadoras já enfrentam e poderão enfrentar no futuro próximo.

Assim sendo, o entendimento das estratégias das montadoras, seja de veículos leves ou pesados, aqui apresentado é fruto de todas essas ações complementares.

Há um predomínio maior de informações de veículos leves sobre tais estratégias para o mercado, até mesmo pelo maior volume de empresas no

Ademais, em 2023 de janeiro a outubro (mês anterior ao lançamento deste Anuário), houve participação da equipe de coordenação executiva da PNME em mais de 15 (quinze) eventos presenciais.

Essas duas ações concomitantes, acrescidas de discussões contínuas, permitiu que fosse estabelecido o ponto central da discussão deste capítulo, a saber:

Experience, realizado em São Paulo em setembro de 2023;

- iii) o evento intitulado como “ANFAVEA –Conduzindo o Futuro da Eletrificação no Brasil”.

Em todos esses três eventos algum membro da equipe de coordenação executiva da PNME atuou como painalista, debatedor ou moderador de algum tema específico sobre a mobilidade elétrica no Brasil ou na América Latina. Além disso, eventos como esses que disponibilizam suas apresentações realizadas, na internet, e/ou foram divulgados pela mídia especializada, e notícias relevantes, foram objeto de análise.

mercado, consumidores, eventos realizados, dentre outros aspectos. Para evitar um desnível significativo, as entrevistas cobriram também representantes de empresas do mercado de veículos pesados (considerando tanto o mercado urbano quanto o rodoviário).

5.2

Principais estratégias

As discussões sobre estratégias que retratam o que de mais relevante tem ocorrido desde o lançamento do 2º anuário, em 2022, podem ser assim resumidas.

Primeiro, existe um consenso e consolidação de estratégias das montadoras em todo o mundo em prol da descarbonização. Ser neutro em carbono ou minimizar a pegada de carbono, considerando não apenas o escopo 01 de emissões de gases de efeito estufa (emissão liberadas como resultado direto de suas atividades) é cada vez mais presente nas estratégias corporativas. Há uma robustez crescente nos mecanismos institucionais para isso, como os relatórios de sustentabilidade (são citados exemplos logo a seguir) e os programas específicos globais das montadoras (ex. Dare Forward 2030, lançado globalmente pela Stellantis em 2022).

Segundo, no mercado nacional de veículos, especialmente leves, tem havido a intensificação da entrada de novos veículos chineses, importados ainda inicialmente, porém competitivos. O que tem

obrigado as montadoras aqui instaladas a reverem suas estratégias de precificação. Em paralelo, foi observado em 2023 o anúncio da implantação de unidades fabris de montadoras chinesas, como BYD e GWM. Elas por sua vez, a fim de buscarem maior penetração no mercado brasileiro neste primeiro momento, têm definido como estratégia a customização de seus produtos para o mercado nacional, podendo se expandir, em um segundo momento, para demais países da América Latina.

Por fim, a análise das estratégias se complementa com o entendimento de que o ano de 2023 consolidou o intuito, praticamente unânime, de que as montadoras, sejam de veículos leves ou pesados, precisam ter também como estratégia o desenvolvimento de múltiplas rotas tecnológicas. A frase pronunciada pelo CEO da Robert Bosch América Latina durante o #ABX23 - Automotive Business Experience, realizado em setembro de 2023, é bastante ilustrativa nesse sentido.

“O Brasil joga com o baralho completo e isso vale para a América Latina também. E nesse baralho as cartas, não são excludentes, ou seja, não vamos jogar com uma carta, ou vamos jogar outra carta”.

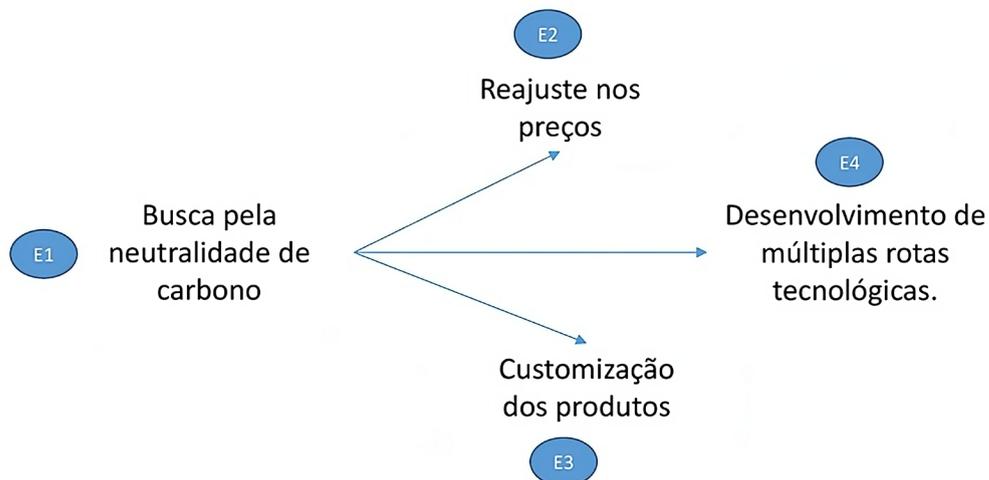
Essa figura de linguagem está presente também na fala de outro entrevistado desse estudo, Caoní Ponchio, Business Development Manager em e-Mobility da Marcopolo. “Podemos ter veículos (pesados) 100% elétrico, movidos a Hidrogênio, Híbridos (Etanol + H2), com biocombustíveis, dentre outras possibilidades”. Segundo ele, há projetos em parceria com a Universidade de São Paulo – USP, protótipos em desenvolvimento em outros países, que compõem o portfólio de P&D da Marcopolo.

A vantagem brasileira, origina-se, como destacado pela Hyundai para essa pesquisa, no fato de que no Brasil, por exemplo, ao contrário de outros países, há um conjunto de fatores que propiciem o uso de biocombustíveis em larga escala com uma reduzida pegada de carbono. Além disso, o país conta com uma matriz de geração de energia elétrica bem mais limpa do que se comparada as das principais potências globais.

¹ <https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/setor-automotivo/eletricos-hibridos-flex-como-brasil-encara-descarbonizacao/>

A figura 2 sintetiza o conjunto das estratégias no biênio 2022-2023, as quais são discutidas em detalhe.

Figura 2 - Conjunto de estratégias destacadas



- E1 Estratégias Global. Praticamente unanimidade. Busca por resultados no longo prazo
- E2 Estratégias das montadoras consolidadas para enfrentar chegada dos chineses. Busca por resultados no curto prazo
- E3 Estratégias das montadoras entrantes (chinesas). Busca por resultados no médio prazo
- E4 Estratégias Nacional. Praticamente unanimidade. Busca por fazer uma transição energética gradual, via hibridização

Fonte: Elaboração própria

⁵⁰ Extraído de <https://www.abravei.org/>

5.3

Busca pela neutralidade de carbono

A 2ª edição (2022) do Anuário da Mobilidade Elétrica apontava, dentre outras coisas, para os esforços das montadoras em contribuir para a descarbonização. Como já se observou nos capítulos 1 e 2 deste 3º anuário, o que se vê é a crescente disseminação no Brasil da descarbonização por meio dos veículos leves (BEV) e, principalmente, da eletrificação parcial por meio dos veículos híbridos (PHEV ou HEV). Em relação aos veículos pesados, mais especificamente, já se observa, a nível mundial, esforços das empresas em avançar

no desenvolvimento de rotas tecnológicas a partir do uso de célula a combustível, especialmente para o transporte rodoviário de longa distância.

Essa disseminação, que tem se intensificado no Brasil com a chegada de montadoras de veículos chinesas, está ancorada em estratégias claras de descarbonização. Esse fenômeno mundial pode ser entendido como um momento de consolidação de metas globais das empresas em prol da descarbonização.

Em todas as entrevistas realizadas, assim como nos materiais institucionais disponibilizados pelas próprias empresas, revelam que as estratégias de descarbonização das empresas em atuação no Brasil estão alinhadas com as suas estratégias globais.

Os exemplos são inúmeros. As divulgações públicas globais de grandes empresas, como a Stellantis, GM, Toyota, Hyundai e Volkswagen, atestam que as montadoras procuram deixar cada vez mais claras as suas estratégias e metas. A Stellantis, em março de 2022, externalizou ao mercado que busca reduzir, até o ano de 2030, 50% das emissões de CO₂, comparado com as suas emissões em 2021. De forma mais audaciosa quer zerar tais emissões até o ano de 2038.

A General Motors – GM, também em nível global, pretende em menos de 20 anos atingir a sua neutralidade de carbono. A GM quer até 2035 eliminar a poluição de todos os veículos leves novos e, ao considerar as suas operações de manufatura, quer atingir a neutralidade de carbono em seus produtos e em suas operações globais até 2040². A Hyundai, conforme as informações repassadas

à essa pesquisa, globalmente a empresa tem o objetivo de zerar as suas emissões de gases de efeito estufa até 2045.

Outros grandes players mundiais também já revelaram publicamente suas estratégias, a nível global, em prol da descarbonização. A Volkswagen – VW, por exemplo, possui a estratégia de lançar 15 novos modelos flex ou elétricos até o ano de 2025. Além disso, até 2050 quer ser totalmente neutra em emissões de carbono³. A Toyota, inclusive, desde 2015 tem adotado esforços sistemáticos em prol da descarbonização e da redução máxima de emissão de carbono, que pretende zerar⁴.

O que cabe destacar é que as empresas, ainda que tenham metas globais, possuem estratégias de atuação com forte impacto local. As empresas visam a nível mundial a neutralidade de carbono, por meio da construção de um portfólio global

² <https://media.gm.com/media/br/pt/chevrolet/home.detail.html/content/Pages/news/br/pt/2021/jan/0128-carbon.html>

³ <https://www.vw.com.br/pt/volkswagen/sustentabilidade.html>

⁴ <https://www.toyotacomunica.com.br/sustentabilidade/desafio-2050/>

de produtos, mas também por meio de suas outras operações, como de manufatura em suas mais diversas localidades. Isso significa que as estratégias globais precisam estar alinhadas com toda sua cadeia de fornecedor em seus inúmeros parques industriais espalhados por todo planeta.

Não por acaso, os últimos anos vem sendo testemunhas da crescente preocupação das empresas, seja a nível mundial ou nacional, em divulgar relatórios sustentáveis com ações mais robustas e maior nível de detalhamento. Sob a ótica do conceito de tais ações cada vez mais visam seguir protocolos internacionais (GHG Protocol), analisando potenciais emissões de GEE (Gases do Efeito Estufa) considerando os escopos 1, 2 e 3.⁵

É cada vez mais comum também, especialmente nos principais eventos que tratam de mobilidade elétrica, que as montadoras comunguem de uma mesma estratégia básica. Há com bastante frequência o interesse comum de todos em prol de ações que contribuam para a descarbonização, a fim de atender a uma meta ambiciosa de carbono zero nos próximos 20 a 25 anos.

Por outro lado, os anos de 2022 e 2023 revelaram o quanto o mercado automotivo no Brasil é dinâmico. Houve a ampliação de players relevantes, principalmente os chineses. Isso demandou respostas estratégicas rápidas de todos. Isso é o que será discutido a seguir.

5.3.1 Ampliação de produtos chineses

Em 2023, houve o ingresso de importantes players internacionais no Brasil. Os chineses, por meio da BYD (Build Your Dreams) e da GWM (Great Wall Motors), por exemplo, intensificaram a exportação de seus produtos para nosso país. E diante do sucesso, devido a boa aceitação do mercado, já apresentam a intenção clara de montar parques industriais robustos no Brasil.

A BYD já opera no Brasil desde 2015. Iniciou em Campinas (SP) a sua primeira unidade de montagem de ônibus 100% elétricos. Dois anos depois, uma segunda fábrica em Campinas (SP) foi inaugurada para o desenvolvimento de módulos fotovoltaicos. Mais recentemente, em 2020, em Manaus (AM), a BYD inaugurou a sua fábrica voltada para a produção de baterias para atender a frota de ônibus elétricos. Diante deste cenário, de crescimento ao logo dos últimos anos, o ano de 2023 é que simboliza os investimentos mais

robustos da marcano Brasil.

Em julho de 2023, a BYD anunciou investimentos na casa dos R\$ 3 bilhões para iniciar suas operações em Camaçari (BA), onde existia uma antiga fábrica da Ford. Conforme divulgado, serão três plantas industriais cada uma com o seguinte foco: i) produção de chassis para ônibus e caminhões elétricos, ii) produção de automóveis híbridos e elétricos (considerando uma capacidade produtiva inicial de 150 mil unidades/ano, podendo chegar a uma capacidade de 300 mil unidades/ano em uma segunda fase) e, iii) processamento de lítio e ferro fosfato para baterias elétricas.

A GWM, a partir da aquisição de uma das fábricas da Mercedes-Benz, tem planos para iniciar em 2024 a fabricação de veículos em Iracemápolis (SP). A empresa, uma das líderes no mercado de SUVs elétricos na China, tem planos de investir cerca de R\$ 10 bilhões no Brasil nos próximos anos.

⁵ A título de exemplo, vale analisar tais relatórios divulgados por empresas como a Toyota (<https://www.toyota.com.br/mundo-toyota/posicionamento-esg>), Volkswagen (<https://www.relatostar.com.br/2022>) ou Renault (<https://cdn.group.renault.com/ren/br/renault-new-cars/editorial/2023/renault-no-brasil/relatorio-de-sustentabilidade-2022.pdf.asset.pdf/8ca34a096d.pdf>). Esses três relatórios detalham ações pontuais, dentre outras coisas, relacionadas à descarbonização

5.3.2 Montadoras já consolidadas ajustam preços de vendas

A ampliação da chegada dos “chineses” tem forçado as montadoras já consolidadas no Brasil a reverem seus preços. Sobretudo a partir de julho de 2023, a imprensa especializada divulgou fortemente como essa chegada impactou na política de preço das demais montadoras. Seguem três manchetes do noticiário no Brasil.

“BYD no Brasil, GWM chegando forte: preço de elétricos pode cair?”⁶;

“Rivais contra-atacam chineses e preços de carros elétricos desabam?”⁷;

“Disputa entre fabricantes chineses derruba preços de carros elétricos compactos no Brasil”⁸.”

Em 2023, veículos como o BYD Dolphin e o anúncio da pré-venda do GWM Ora chegam ao mercado ainda como importados, com preços abaixo do atual mercado. A expectativa é que com o início da operação das fábricas da BYD e GWM, tais veículos passem a compor o portfólio de produtos desenvolvidos no Brasil em um futuro próximo. Enquanto isso não ocorre, as montadoras já estabelecidas no Brasil, como forma de equilibrar a concorrência, calibraram para baixo preços de vendas de alguns de seus produtos. Uma coluna de um dos principais portais de notícia do Brasil⁹ revelou, por exemplo, que “O *Caoa Chery iCar*, que chegou a custar R\$ 149.990, antes do lançamento do Dolphin, hoje já custa R\$ 119.990. A redução representa uma queda de 20% no preço do subcompacto elétrico. Atualmente, ele é a porta de entrada para o mundo dos 100% elétricos, o mais barato do país”. Ainda segundo essa análise, “O preço provocativo de BYD e GWM também fizeram modelos a combustão, que estão na faixa de preço do Dolphin e Ora pensarem duas vezes na precificação. Exemplo disto é o Volkswagen

T-Cross”

Entende-se que essa ação de queda em seus preços seja uma estratégia adotada pelas montadoras já em atuação no Brasil para lidar com a grande concorrência devido ao crescimento dos produtos chineses, principalmente via a importação de veículos da GWM e da BYD. Ainda que o preço final de um veículo elétrico ou híbrido seja função de outros fatores, como questões tributárias e o custo das baterias, por exemplo, esse efeito imediato é visto por especialistas como uma estratégia das montadoras para realizar ajustes pontuais no preço de seus veículos e evitar impactos negativos nas vendas.

Ainda não se sabe claramente quais os reais desdobramentos de tais estratégias. As incertezas ainda são bastantes significativas. Quais os patamares mínimos que os preços alcançarão? A queda é função apenas da maior oferta de veículos no Brasil pela entrada no mercado de produtos importados de empresas como BYD e GWM? Há ainda outros fatores que influenciam tal queda? Quanto tempo durará esse período de queda? Quais

⁶ <https://www.metropoles.com/colunas/entre-eixos/byd-no-brasil-gwm-chegando-forte-preco-de-eletricos-pode-cair>

⁷ <https://www.uol.com.br/carros/colunas/jorge-moraes/2023/08/10/rivais-contra-atacam-a-chineses-e-precos-de-carros-eletricos-desabam.htm>

⁸ <https://www.estadao.com.br/economia/carro-eletrico-compacto-disputa-fabricantes-reduz-precos/>

⁹ <https://www.uol.com.br/carros/colunas/jorge-moraes/2023/08/10/rivais-contra-atacam-a-chineses-e-precos-de-carros-eletricos-desabam.htm>

modais serão os mais afetados (veículos leves? SUVs?)? Quais tipos de veículos terão seus preços mais afetados (BEV? PHEV? HEV?) Esse fenômeno é mais evidente no mercado de veículos pesados ou pode ser observado também no mercado de veículos pesados rodoviários ou urbanos?

Montadoras já consolidadas no Brasil, como Stellantis, Renault, VW, GM, dentre tantas outras,

já possuem um portfólio consolidado com produtos customizados às características do mercado brasileiro. Desta forma, os entrantes chineses se viram obrigados a seguir caminho semelhantes visando o sucesso no mercado brasileiro. Tais estratégias das montadoras chinesas são vistas a seguir.

5.3.3 Novos entrantes chineses buscam customizar seu portfólio de produtos

“Os chineses estão entrando, mas não é apenas para montar fábricas. Estão montando engenharia no Brasil. Eles têm contratado muita gente boa aqui. Eles, os chineses, sabem fazer baterias e carros 100% elétricos, mas não sabem fazer híbrido flex”

Essa fala é de um dos entrevistados nessa pesquisa, Fernando Villela, profissional que por mais de 20 anos esteve à frente de relevantes projetos estratégicos em uma das principais montadoras do Brasil.

Na busca pela neutralidade de carbono no longo prazo, as montadoras chinesas inevitavelmente demandarão mão de obra de alta qualificação local e realizarão investimentos em P&D. Não se trata, portanto, um foco exclusivo na tropicalização do portfólio de produtos. Não por acaso, como informado pela vice-presidente global e CEO da BYD para as Américas, Stella Li, pretende-se criar a solução brasileira para carros híbridos *plug-in*, por meio da combinação de etanol e energia elétrica¹⁰.

Como revelado por um dos entrevistados, Thiago Sugahara, responsável pelas ações de ESG e de relação com stakeholders da GWM, existe espaço para o desenvolvimento de novos produtos a partir de customizações locais. A GWM, por exemplo, tem o interesse oferecer para o mercado brasileiro um veículo elétrico (HPEV) com dois motores elétricos (um dianteiro e um traseiro) e um a combustão, a fim de oferecer ao cliente brasileiro

uma experiência mais próxima à um veículo BEV.

Como consequência, o mercado como um todo tende a ganhar com isso. Os clientes terão produtos mais alinhados com as suas necessidades, a mão de obra qualificada nacional terá maior demanda por seu conhecimento, novos projetos de P&D serão desenvolvidos, a cadeia de fornecedores também se beneficiária (esse ponto já é citado como um dos desdobramentos da presença da BYD em Camaçari, BA), mais parcerias com Universidades e demais Instituições de Ciência e Tecnologia e serão impulsionadas, dentre inúmeros outros ganhos para todo o ecossistema da mobilidade elétrica.

A expansão atual dos chineses reforçou no Biênio 2022-2023 a necessidade de se atuar, principalmente, por meio da construção de um maior portfólio de produtos, que pensassem em múltiplas tecnologias para a descarbonização. O Brasil reúne condições para que a descarbonização tenha características particulares relevantes, chamada aqui de desenvolvimento de múltiplas rotas tecnológicas. Tais características serão objeto de discussão do próximo tópico.

¹⁰ <https://insideevs.uol.com.br/news/674639/byd-hibrido-flex-etanol-brasil/>

5.3

Desenvolvimento de múltiplas rotas tecnológicas para a descarbonização

O ano de 2023 marca a solidificação da estratégia que permeia todos os principais executivos das montadoras de veículos leves ou pesados, especialistas, acadêmicos, dentre outros atores da mobilidade elétrica no Brasil. Trata-se da estratégia de desenvolvimento de múltiplas rotas tecnológicas para a descarbonização.

Nessa direção, a fala do presidente da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), Márcio de Lima Leite, em junho de 2023, ao abrir o seminário “Conduzindo o Futuro da Eletrificação no Brasil”, foi a seguinte:

“O futuro é eclético, e não apenas elétrico”.

Posicionamentos como esse reforçam a necessidade de as empresas buscarem o desenvolvimento de múltiplas rotas. Como dito no capítulo 1, só de veículos leves, são mais de 40 montadoras oferecendo 254 modelos diferentes. Obviamente, nem todos vão seguir o mesmo caminho. Há múltiplas e diversas opções de rotas tecnológicas para a descarbonização, que permeiam o desenvolvimento de veículos leves, tais como os veículos movidos 100% a etanol, os veículos híbridos (PHEV e HEV) e os veículos 100% (BEV).

A lógica de múltiplas rotas é semelhante para os veículos pesados. Valter Ferreira, outro entrevistado nessa pesquisa e responsável por inovação e estratégia corporativa da Volkswagen Caminhões e Ônibus, comenta que sua empresa também almeja desenvolver múltiplas rotas, tais como a elétrica pura, a que faz uso de hidrogênio verde, a que utiliza biometano e as diversas rotas híbridas.

Como comentado por Thiago Sugahara, gerente de ESG & Stakeholders da GWM no

Brasil, “temos a possibilidade de no futuro trazer para o Brasil tecnologias baseadas em Células a Combustível (FCHEV) para veículos pesados no Brasil”. Inclusive a GWM, no “Salão da Mobilidade Elétrica e Cidades Inteligentes”, em outubro de 2023, apresentou o seu sistema de célula a combustível que utiliza hidrogênio (H2) para abastecer veículos pesados com motores elétricos¹¹. Além disso, a empresa já iniciou estudos para inaugurar, a partir de 2024, caminhões movidos a hidrogênio no Estado de São Paulo, visando colaborar com a descarbonização da frota de veículos de carga a diesel no Brasil¹².

Isso não significa que todas as montadoras, sejam de veículos leves ou pesados, reservam o mesmo interesse por todas as possíveis rotas tecnológicas. A imprensa especializada tem demonstrado que algumas montadoras no Brasil têm suas preferências, as quais podem sofrer alterações conforme, por exemplo, o mercado, a regulação e a evolução das próprias tecnologias.

Já houve até a divulgação de que “A General

¹¹ <https://www.opovo.com.br/noticias/veiculos/2023/10/07/sistema-de-celula-de-hidrogenio-e-destaque-da-gwm-no-ve-latino-americano.html>

¹² <https://www.opovo.com.br/noticias/veiculos/2023/10/07/sistema-de-celula-de-hidrogenio-e-destaque-da-gwm-no-ve-latino-americano.html>

Motors e Ford, por exemplo, acreditam em um passo direto dos modelos a combustão para os elétricos. Outras empresas, como Stellantis e Renault, apostam suas fichas no híbrido flex de forma a suprir o mercado brasileiro e reduzir as emissões¹³”.

De todo modo, há um farto material divulgado no segundo semestre de 2023 revelando o interesse das mais diversas montadoras em focar no desenvolvimento de múltiplas rotas, especialmente no Brasil aproveitando as oportunidades com os motores flex, por meio do uso do etanol, ou até mesmo veículos movidos 100% a Etanol.

Seguem alguns conteúdos que comprovam esse argumento e as suas respectivas fontes.

- A Renault desenvolve um conjunto 1.0 turboflex híbrido leve para substituir o atual propulsor 1.6 SCe aspirado e que deve equipar inclusive o novo SUV compacto Kardian, mas só em 2025¹⁴.

- A Volkswagen anunciou que vai investir em motores híbridos flex, inclusive substituindo os atuais motores turbo: 1.4 TSI e 1.0 TSI, que equipam o T-Cross, por exemplo. E eles podem chegar ao mercado também em 2025¹⁵.

- No segundo semestre de 2024, a Stellantis vai lançar o primeiro carro com a plataforma Bio-Hybrid (provavelmente um Fiat), só que no sistema híbrido leve, no qual uma pequena bateria de 12V faz as vezes de gerador. Só depois virão o e-DCT (provavelmente 2025/26), o híbrido convencional, e o PHEV, o híbrido plug-in, que deve chegar até 2028. Por fim, o 100% elétrico¹⁶.

Existem, naturalmente, arestas que ainda precisam ser alinhadas. Apesar da intenção das montadoras em desenvolver produtos considerando a estratégia de múltiplas rotas, Fernando Villela, já citado neste capítulo, acredita que é natural que os híbridos predominem no Brasil, não apenas por uma questão da cadeia dos combustíveis renováveis,

mas também por uma questão econômica. Segundo ele, “Os BEVs são muito caros no Brasil e ainda não temos uma infraestrutura de recarga que cubra a maior parte do território nacional”.

Há uma corrente de especialistas que ponderam que, ao contrário do que ocorre na Europa, EUA, e em alguns países asiáticos, não há um volume considerável da população no Brasil que não tenha renda suficiente para comprar e manter um veículo BEV. Isso leva ao que se acredita que, por motivos econômicos, os BEVs talvez façam mais sentido para as frotas urbanas, onde são colocadas outras variáveis para a decisão de aquisição de um veículo leve, como o TOC (Total Ownership Cost).

Somado a isso, do ponto de vista da descarbonização, estudos, como o de Gauto et al. (2023), reforçam a ideia de que veículos híbridos com combustíveis sustentáveis (etanol ou biometano, por ex.) são capazes de emitir menos carbono do que os veículos 100% elétricos (BEVs). Tal conclusão leva em consideração a matriz energética brasileira e as emissões de carbono, incluindo os gases emitidos na fabricação dos veículos e também nas baterias no caso dos elétricos e híbridos, na geração de eletricidade e infraestrutura de recarga para PHEVs e BEVs, dentre outros fatores.

¹³ <https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/mobility-now/eletrificacao-frota-brasileira-sera-discutida-abx23/>

¹⁴ <https://quatorrodas.abril.com.br/opiniaio/carros-hibridos-flex-sao-o-caminho-mas-nao-a-unica-solucao-para-o-brasil>

¹⁵ <https://quatorrodas.abril.com.br/opiniaio/carros-hibridos-flex-sao-o-caminho-mas-nao-a-unica-solucao-para-o-brasil>

¹⁶ https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/mobility-now/stellantis-preve-que-20-do-mercado-brasileiro-sera-de-plug-ins-em-2030/?utm_campaign=news_mn_2023_-_710&utm_medium=email&utm_source=RD+Station

Seja como for, as informações levantadas aqui reforçam o entendimento de que no Brasil a descarbonização passará pelas tecnologias de hibridização e pelo uso de veículos 100% a Etanol. É o que se têm colocado como transição gradual. Se não for assim, como colocado por João Irineu, outro entrevistado nessa pesquisa, VP de Assuntos Regulatórios da Stellantis, corre-

se o sério risco de trazer danos incalculáveis para a atual cadeia automotiva brasileira, que ainda é predominantemente focada nos motores a combustão flex. Desta forma, a descarbonização não pode ser abrupta. A ideia por trás é entender para quais tipos de veículos, qual rota faz mais sentido inicialmente.

Considerando o contexto dos veículos leves no Brasil, os dados levantados apontam para uma categorização como a seguinte. Para veículos classificados como os de entrada (mais conhecidos como modelos básicos ou carros populares), acredita-se no uso de motores 100% a etanol ou flex. Esses são veículos mais próximos da realidade financeira da ampla maioria do mercado brasileiro. Para veículos que demandariam uma potência do motor maior do que a dos veículos populares, acredita-se no uso de veículos híbridos como o PHEV e HEV. Tais veículos precisam, por sua vez, de baterias elétricas com capacidade que poderiam alcançar até aproximadamente 40 kWh¹⁷. Os BEVs, por sua vez, seriam destinados aos veículos de elevada potência e capacidade de baterias elétricas maior, podendo alcançar até 80 a 90 kWh.

Com o maior amadurecimento da cadeia de baterias, com a evolução tecnológica dos motores, com a expansão da infraestrutura de recarga, dentre outros fatores, a transição gradual em prol dos BEVs tende a avançar. No médio a longo prazo (ex. 2 a 5 anos), não está descartada a hipótese de que até mesmo os modelos de veículos que hoje são híbridos possam ter versões 100% elétricas. Em síntese, essa evolução caracteriza a transição gradual.

Além das questões já trazidas nesse anuário sobre a infraestrutura de recarga e políticas públicas, a pesquisa aqui realizada revelou, por fim, que há de se fazer também outros esforços para que a transição gradual alcance resultados mais robustos.

Primeiro: formar mão de obra qualificada para se desenvolver múltiplas rotas e criar políticas internas corporativas para atração e, principalmente, retenção de talentos.

Na agenda, seja das montadoras e sua rede de fornecedores, bem como da academia e demais Instituições de Ciência e Tecnologia, há de inserir a preocupação em como formar mão de obra especializada, que vai auxiliar no desenvolvimento destas novas rotas. Como bem colocado por Andrei Kuhnen da Silva, Gerente Geral

¹⁷ Dos híbridos, os HEV possuem baterias menores (com uma capacidade superior a pouco mais de 1 kWh), uma vez que conseguem se recarregar, por exemplo, pela regeneração da frenagem. Os PHEV, por sua vez, demandam baterias com capacidades maiores, em grande parte de 20 a 40 kWh.

de Engenharia na Renault, um dos entrevistados, “Precisamos de expandir o conhecimento para uma massa maior de engenheiros. Hoje eu tenho cerca de 200 engenheiros, 100 na área de metal-mecânica e 100 eletroeletrônica. Perdemos 30 pessoas no último ano. Para evitar fuga de capital humano, como desenvolver o know-how necessário? Como preparar a mão de obra para as áreas críticas, que agregam mais valor?”

Há de se pensar em ações integradas entre

diferentes atores. Formar mão de obra não é uma implicação prática nova, no entanto, formar de modo que o setor produtivo, trabalhando em rede, principalmente, possa usufruir dos melhores talentos para a mobilidade elétrica é sim algo novo para todo o setor. Isso demandará, também, que as empresas desenvolvam as políticas mais apropriadas para atrair e reter os talentos, como bem colocado por Valter Ferreira, da Volkswagen Caminhões e Ônibus.

Segundo: Avançar o desenvolvimento da cadeia de valor de baterias¹⁸.

Considerando que é estratégico não apenas para as empresas, mas para o Brasil como um todo, atuar e dominar as atividades de maior valor agregado da indústria automotiva, será necessário fomentar o desenvolvimento da cadeia de baterias.

Como bem lembrou um dos entrevistados, Fernando Villela, precisamos de ter disponibilidade

de baterias a custo baixo e com produção local. Se tivermos uma cadeia local de produção de baterias, sem depender tanto da China, se conseguirmos atingir um custo competitivo e com produção em larga escala, será possível avançarmos. Enquanto isso não acontecer, a nossa transição tenderá a ser muito lenta e dependente das influências do exterior.

¹⁸ No capítulo seguinte essa discussão é ampliada.

5.4

Considerações finais e perspectivas

As análises aqui apresentadas revelam aspectos positivos e importantes em prol da descarbonização. Já é possível dizer que há uma consolidação das estratégias globais das montadoras, a nível mundial, em buscar a neutralidade de carbono nos próximos anos. Inclusive, existem metas e estruturas corporativas que tratam especificamente do tema em tais empresas.

Essa movimentação mundial, naturalmente, desdobra em ações aqui no Brasil. Os portfólios de produtos, das montadoras, tendem a apresentar opções das mais diversas que visam reduzir as emissões de carbono.

O Brasil em particular, como já é de conhecimento geral, pode se beneficiar da sua cadeia já estruturada há décadas que sustenta a utilização de motores flex, a partir do uso de combustíveis com menores pegadas de carbono, como o etanol e o biodiesel. Isso certamente conta a favor do ecossistema nacional.

O Brasil é um mercado que desperta o interesse de grandes players internacionais, e a chegada das chinesas BYD e GWM, com o aumento da importação de seus veículos em um primeiro momento, demandou respostas rápidas e estratégicas das montadoras já residentes em nosso país. Isso só reforça o dinamismo do mercado.

Cabe as essas empresas desenvolver as capacidades necessárias para desenvolverem seus portfólios de produtos que contemplem soluções com múltiplas rotas tecnológicas, aproveitando a energia limpa e toda uma cadeia sustentável por meio de combustíveis com baixa pegada de carbono, ao contrário da realidade de outros países.

Tal oportunidade será bem aproveitada? Espera-se que sim. O caminho será fácil? Certamente não. Em síntese, os anos de 2022 e 2023 demonstraram que as montadoras já instaladas no Brasil possuem boa capacidade de resposta diante do dinamismo em nosso mercado. Espera-se que essa capacidade seja aprimorada para que seja possível alcançar resultados mais sustentáveis ao longo dos próximos anos.

Referências Bibliográficas

AUTOMOTIVE BUSINESS. **Elétricos, híbridos, flex: como o Brasil encara a descarbonização?** 2023. Disponível em <<https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/setor-automotivo/eletricos-hibridos-flex-como-brasil-encara-descarbonizacao/>> Acesso em: 18 out. 2023

AUTOMOTIVE BUSINESS. **Eletrificação da frota brasileira será discutida no #ABX23.** 2023. Disponível em <<https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/mobility-now/eletrificacao-frota-brasileira-sera-discutida-abx23/>> Acesso em: 11 out. 2023

BRITO, Cristina. **Sistema de célula de hidrogênio é destaque da GWM no VE Latino-Americano.** 2023. Disponível em <<https://www.opovo.com.br/noticias/veiculos/2023/10/07/sistema-de-celula-de-hidrogenio-e-destaque-da-gwm-no-ve-latino-americano.html>> Acesso em: 10 out. 2023

CARVALHO, Isadora. **Carros híbridos flex são o caminho, mas não a única solução para o Brasil.** Disponível em <<https://quatorrodas.abril.com.br/opiniao/carros-hibridos-flex-sao-o-caminho-mas-nao-a-unica-solucao-para-o-brasil>> Acesso em: 11 out. 2023.

CESAR, Julio. **BYD tem planos para produzir carro híbrido plug-in flex no Brasil.** 2023. Disponível em <<https://insideevs.uol.com.br/news/674639/byd-hibrido-flex-etanol-brasil/>> Acesso em: 09 out. 2023

FERRAZ, Renato. **BYD no Brasil, GWM chegando forte: preço de elétricos pode cair?** 2023. Disponível em <<https://www.metropoles.com/colunas/entre-eixos/byd-no-brasil-gwm-chegando-forte-preco-de-eletricos-pode-cair>> Acesso em: 13 out. 2023

GAUTO, Marcelo Antunes et al. Hybrid vigor: Why hybrids with sustainable biofuels are better than pure electric vehicles. **Energy for Sustainable Development**, v. 76, p. 101261, 2023.

General Motors Media. **General Motors planeja ser neutra em carbono até 2040.** 2021 Disponível em <<https://media.gm.com/media/br/pt/chevrolet/home.detail.html/content/Pages/news/br/pt/2021/jan/0128-carbon.html>> Acesso em: 13 out. 2023

MIRAGAYA, Fernando. **Stellantis prevê que 20% do mercado brasileiro será de plug-ins em 2030.** 2023. Disponível em <https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/mobility-now/stellantis-preve-que-20-do-mercado-brasileiro-sera-de-plug-ins-em-2030/?utm_campaign=news_mn_2023_-_710&utm_medium=email&utm_source=RD+Station> Acesso em: 13 out. 2023.

MORAES, Jorge. **Rivais contra-atacam chineses e preços de carros elétricos desabam.** 2023. Disponível em <<https://www.uol.com.br/carros/colunas/jorge-moraes/2023/08/10/rivais-contra-atacam-a-chineses-e-precos-de-carros-eletricos-desabam.htm>> Acesso em: 16 out. 2023

SILVA, Cleide. **Disputa entre fabricantes chineses derruba preços de carros elétricos compactos no Brasil.** 2023. Disponível em <<https://www.estadao.com.br/economia/carro-eletrico-compacto-disputa-fabricantes-reduz-precos/>> Acesso em: 09 out. 2023

TOYOTA COMUNICA. **Desafio 2050.** Disponível em <<https://www.toyotacomunica.com.br/sustentabilidade/desafio-2050/>> Acesso em: 16 out. 2023

VOLKSWAGEN. **A caminho de um futuro mais sustentável.** Disponível em <<https://www.vw.com.br/pt/volkswagen/sustentabilidade.html>> Acesso em: 14 out. 2023

Anexo 1 - Lista dos entrevistados

Nome	Cargo	Empresa
Andrei Khunen Silva	Gerente Geral de Engenharia	Renault
Caoní Ponchio	Business Development Manager em e-Mobility	Marcopolo
Fernando Villela	R&D, Engineering and Innovation Project and Portfolio management.	Especialista de mercado
João Irineu	VP Regulatory Affairs	Stellantis
Maurício Jordão	Gerente Sênior de Relações Públicas e Imprensa	Hyundai
Thiago Sugahara	Gerente de ESG & Stakeholders	GWM
Valter Ferreira	Inovação e Estratégia Corporativo	Volkswagen Caminhões e Ônibus

Anexo 2 - Revisores Técnicos

Lucas Gonçalves Dornelas – Analista de Negócios e Parcerias, da FUNDEP, responsável por estabelecer relações próximas entre ICTs, universidades, entes financiadores públicos e privados, traduzindo demandas e oportunidades em programas e/ou projetos de inovação, através do apoio na construção de políticas públicas perenes, que propiciem melhorias à vida da sociedade. Atuou na FAPEMIG, como Analista de Inovação, no Dep. de Parcerias Empresariais na gestão de projetos inovadores, no âmbito de chamadas públicas derivadas das parcerias firmadas com, por exemplo, Fundação Renova, Vale e etc.; e no Dep. de Proteção e Transferência de Conhecimento, no acompanhamento dos processos de planejamento, julgamento e monitoramento das chamadas públicas derivadas das parcerias com a FINEP, em destaque o Programa Centelha MG. Execução de workshops envolvendo o ecossistema de inovação do estado, visando engajar o público-alvo dos programas da Gerência de Inovação, formatar ideias e projetos, bem como promover a interação entre diferentes atores.

Luciane Neves Canha - Professora Titular da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Pesquisadora PQ-1D do CNPq e Membro Senior do IEEE. É Doutora em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Maria (2004). Concluiu o Mestrado (1996) e a Graduação (1994) em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Maria. Em 2021 foi incluída entre as 21 Mulheres Mais Influentes da Mobilidade no Mundo pela Vulog (Vulog`s Top 21 Influential Women in Mobility). Em 2022 recebeu o Prêmio Pesquisador Gaúcho da Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul na Categoria Pesquisador na Empresa. Orienta pesquisas de doutorado e mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFSM (Conceito 7 CAPES), bem como iniciação científica, trabalhos de conclusão e estágios na área de engenharia elétrica, smart grids e eletromobilidade.

CAPÍTULO 6.

CARACTERÍSTICAS DA CADEIA DE VALOR DE BATERIAS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL



RAFAEL AUGUSTO SEIXAS REIS DE PAULA

Analista de Prospecção e Oportunidades da Fundep, Membro do time de Prospecção e Captação da PNME.

REVISORES



VALÉRIO MAROCHI

Graduado em Mecatrônica Industrial na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Analista PDI Sr. no SENAI PR- Instituto Senai de Inovação em Eletroquímica (ISI-EQ).



MARIA DE FATIMA N. C. ROSELEM

Pesquisadora na Área de Baterias no CPqD. Bacharel em Química (UFSCar), Mestre em Eletroquímica (USP - São Carlos) e MBA em Gestão Empresarial



RAUL BECK

Responsável técnico da área de Sistemas de Energia do CPqD. Químico industrial e engenheiro eletrônico (UNICAMP), especializado em Eletrônica de Potência.



ANA BEATRIZ REBOÇAS

Pesquisadora associada no International Council on Clean Transportation (ICCT). Bacharel em Engenharia Civil (UFC). Mestre em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica (ITA).



ANDRÉ CIEPLINSKI

Pesquisador associado no International Council on Clean Transportation (ICCT). Mestre em Economia da Indústria e da Tecnologia (UFRJ). Doutor em Economia (Università degli Studi di Siena).



JANAYNA BHERING

Gerente de Prospecção e Oportunidades da Fundep. Coordenadora Executiva da PNME.



LUCAS GONÇALVES DORNELAS

Analista de Prospecção e Oportunidades da Fundep. Membro do time de Prospecção e Captação da PNME.

Introdução

Este capítulo tem seu enfoque na cadeia de valor de baterias para veículos elétricos no Brasil, destacando acontecimentos relevantes desde 2022, após o lançamento do 2º Anuário da PNME. Inicia-se com uma explicação sucinta sobre o que são tais baterias e seus principais componentes e materiais. Em seguida, apresentam-se as perspectivas de crescimento do mercado mundial de baterias e seu impacto no Brasil. Posteriormente, apresenta-se a caracterização da cadeia de valor de baterias no Brasil. Por fim, apresenta-se um conjunto de implicações práticas para fomentar o desenvolvimento de baterias no Brasil.

5.1

Entendendo o que são as baterias para veículos elétricos

Uma bateria de um veículo elétrico é um sistema de armazenamento recarregável de energia elétrica, composto de células eletroquímicas, dispositivos de gerenciamento de energia e controle de temperatura, bem como demais componentes e estruturas que conferem proteção mecânica, elétrica e térmica. Este sistema complexo é responsável por: prover energia para a propulsão do veículo, suprir os consumidores secundários, armazenar a energia proveniente da recarga externa ou dos processos de regeneração dinâmica. Existem inúmeros tipos de baterias que podem ser usadas em veículos, tais como de íons de lítio, de níquel-hidreto metálico, de chumbo ácido e de lítio-metal, apresentadas a seguir.

Como citado em estudos recentes, como os de Mohammadi e Saif (2023) e Armand et al. (2020), o mais comum de se encontrar no mercado são as baterias de íons de lítio. As baterias de íons de lítio têm se destacado por diversos motivos, dentre eles maior densidade energética (relação capacidade-peso), maior autonomia, maior capacidade de suportar regimes elevados de potência, maior vida útil e menor demanda por manutenção.

As baterias de níquel-hidreto metálico são o segundo tipo mais comum. Em comparação com as baterias de íons de lítio, possuem um ciclo de vida maior, entretanto, o seu custo mais alto somado a alta capacidade de gerar calor acabam por limitar seu uso em veículos.

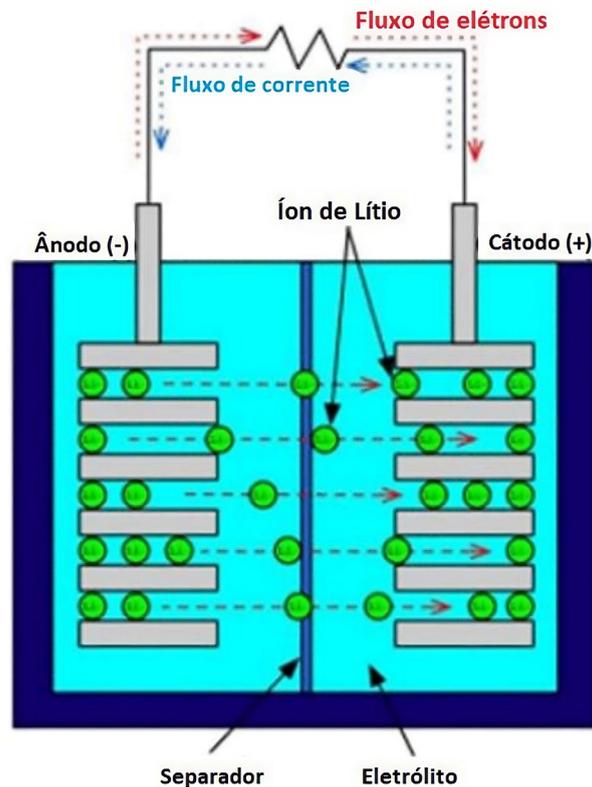
As baterias de chumbo ácido estão presentes nos veículos a combustão, porém, apesar disso, podem ser úteis em veículos elétricos para, dentre outras coisas, serem utilizadas para cargas auxiliares.

Há também as baterias de lítio-metal. Elas são chamadas também de baterias de estado sólido. Recebem esse nome, pois usam um separador cerâmico seco, e não um eletrólito líquido. Acredita-se que elas possam transferir energia com mais eficiência e segurança, além de conseguirem armazenar mais eletricidade por massa ou volume, por possuírem alta densidade. Entretanto, o desenvolvimento das baterias de estado sólido ainda encontra-se em estágios embrionários, não sendo ainda observar um volume expressivo em escala industrial.

Assim sendo, as baterias de íons de lítio são as mais utilizadas nos veículos elétricos, além de predominarem em inúmeros dispositivos eletrônicos, como laptops e smartphones. Portanto, neste capítulo essas baterias terão um destaque maior.

Zhu e Deng (2018) explicam que, estruturalmente, uma célula de bateria consiste em vários componentes primários: um eletrodo positivo (cátodo), um eletrodo negativo (ânodo), um separador e um eletrólito. A figura 1 representa esses principais componentes e o fluxo de elétrons e da corrente elétrica.

Fig. 1 – Overview de uma bateria de íons de lítio e os fluxos de íons e de corrente elétrica quando em descarga.



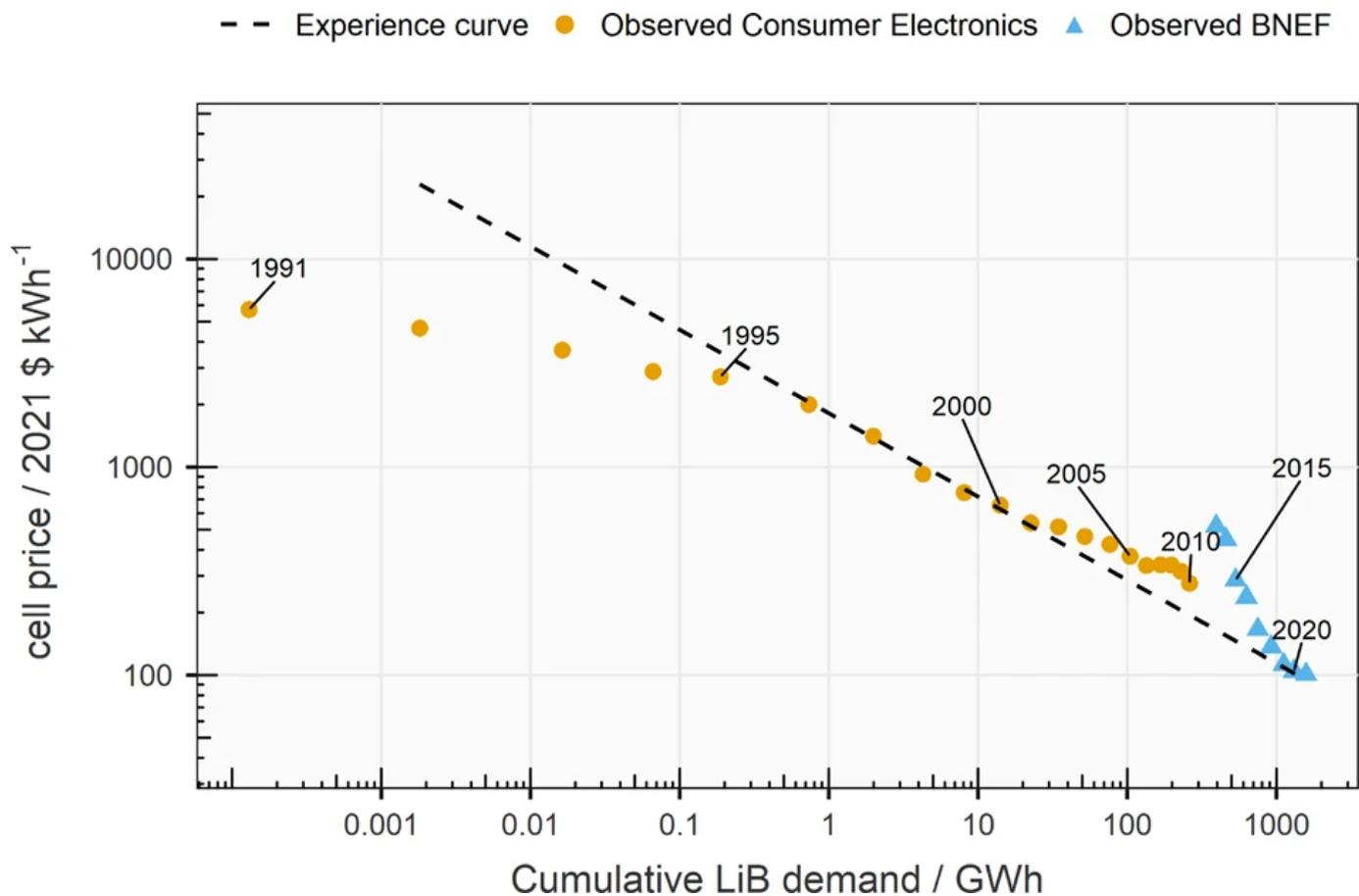
Fonte: CBMM (2018)

Além disso, continuam Zhu e Deng (2018), a maioria das baterias de íons de lítio possui ânodo de grafite, podendo existir vários produtos químicos concorrentes para o material ativo do cátodo, na grande maioria são óxidos metálicos de lítio compostos por cobalto, níquel, manganês, ferro-fosfato, etc.

Em recente estudo, Frith, Lacey e Ulissi (2023) demonstram (Figura 2) o barateamento das baterias de íons de lítio ao longo dos últimos 30 anos. Até 2010, a demanda por essas baterias se concentrava fortemente em produtos eletrônicos em geral. A partir de então, essa demanda passou a crescer, especialmente por causa do interesse de sua aplicação em veículos elétricos e armazenamento estacionário.

¹ Material apresentado pela CBMM, Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração. Acesso em 10 de outubro de 2023 em https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/ciencia_tecnologia/acumuladores_energia/cbmm.pdf

Fig. 2 – Demanda e preços observados de células de bateria de íons de lítio 1991-2021.



Fonte: Frith, Lacey e Ulissi (2023)

Em recente estudo divulgado em 2021 pela BloombergNEF (BNEF), fornecedora de conteúdos sobre economia de baixo carbono, revela que as inovações tecnológicas têm sido as principais responsáveis para que os preços das baterias caiam significativamente nas últimas décadas. Em termos práticos, o mercado tem empregado esforços para gerar economias de escala na produção industrial, mas também em desenvolver projetos de Pesquisa & Desenvolvimento, capazes de alcançar melhor desempenho das células (sejam elas de íons de lítio ou não). Todas essas ações, vem em resposta a uma alta demanda mundial do mercado por baterias, como será mais bem discutido no próximo tópico.

6.2

O mercado mundial vai crescer e os grandes atores têm se movido

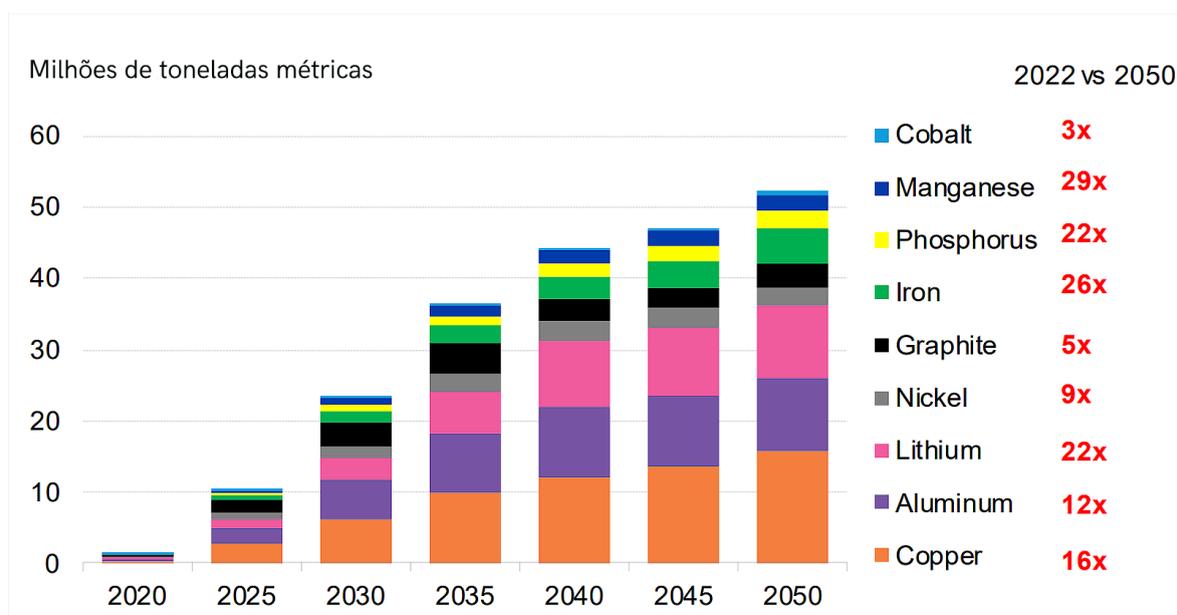
Há inúmeros estudos (e.g., BloombergNEF, 2021 e IEA, 2022) que procuram elucidar as perspectivas do mercado mundial para as baterias de propulsão veicular. Do lado da oferta, não estão claros ainda, por exemplo, quais são os investimentos financeiros e os recursos tecnológicos necessários para fazer frente a uma crescente demanda por baterias. Seja como for, do lado da demanda por baterias, estudos como os da BloombergNEF (2021), IEA (2022) e Frith, Lacey e Ulissi (2023) apontam para um elevado crescimento do interesse do mercado pelas baterias de íons de lítio para os próximos anos.

Para Frith, Lacey e Ulissi (2023) a demanda

pelas baterias de íons de lítio atualmente circunda a casa dos 1 mil Gigawatt-hora de energia. A título de exemplo, no início dos anos 2000, essa demanda era próxima de 1% da demanda atual.

É razoável acreditar que os próximos anos continuarão sendo promissores para esse setor e o Estudo citado acima da BloombergNEF retrata esse cenário otimista. Se aumentar a demanda pelo armazenamento de energia por tais baterias, como consequência há aumento na demanda pelos materiais que compõem as baterias de íons de lítio. A Figura 3, retirada desse estudo, clareia melhor esse cenário.

Fig. 3 - Demanda anual de metais utilizadas na fabricação de baterias de íon de lítio



Fonte: BloombergNEF (2021)

Entender melhor esse crescimento da demanda mundial é fundamental para os players brasileiros, que já produzem ou podem vir a produzir tais baterias em um futuro próximo. Dado que a demanda tende a crescer de forma significativa, players nacionais podem absorver, além da demanda nacional, parte da demanda mundial. Para tanto, nunca é demais lembrar que as empresas brasileiras precisarão investir mais em Pesquisa & Desenvolvimento e entender como tais investimentos podem ser feitos de forma a gerar resultados mais impactantes.

Frith, Lacey e Ulissi (2023) apontam que as grandes montadoras, em todo o mundo, sinalizaram publicamente a intenção de investir um total de mais de 300 bilhões de dólares na eletrificação de veículos. No que tange às baterias, os drivers desses investimentos são a busca por maiores requisitos de segurança, maior autonomia, redução do espaço disponível para instalação dos packs de bateria, redução dos custos e do tempo necessário para carregamento, aumento da potência e da vida útil.

A experiência internacional revela movimentos relevantes entre empresas tradicionais do setor (montadoras, por exemplo) e novos entrantes. Greenwood et al. (2022) revelam que em 2020, empresas de capital de risco e de private equity investiram mais de 500 milhões de dólares em startups de baterias, enquanto a Volkswagen, sozinha, investiu aproximadamente 200 milhões de

dólares na startup de baterias QuantumScape. Há outros exemplos, que são amplamente divulgados pela imprensa, como a joint venture firmada em agosto de 2022, entre a Honda Motor e a LG Energy Solutions para desenvolver baterias de íons de lítio nos Estados Unidos, com a expectativa de investir cerca de 4 bilhões de dólares.

Recentemente a Stellantis, em junho de 2023, anunciou investimentos para se associar a projetos de exploração de novos materiais que podem ser utilizados em baterias elétricas. Na Europa, a Stellantis adquiriu cerca de 35% da produção anual de sulfato de níquel e sulfato de cobalto (insumos críticos para a produção de células de íons de lítio), da norueguesa Kuniko durante os próximos nove anos. Além disso, tem estabelecido relações contratuais com diferentes empresas que visam explorar novos materiais para baterias, como a McEwen Copper, a Alliance Nickel e Controlled Thermal Resources. Nos EUA, por exemplo, a GM divulgou, no início de 2023, investimento na ordem de U\$ 650 milhões na Lithium Americas, para exploração de lítio nos EUA.

Esses exemplos reforçam o que já foi apontado na 1ª edição desse Anuário: a eletrificação da mobilidade implica em uma transformação em toda a cadeia de valor automotiva. Isso vai acontecer no mercado brasileiro, sobretudo no que se refere à cadeia de valor de baterias? O tópico a seguir procura responder a essa pergunta.

6.3

Mercado Brasileiro: principais características da cadeia de valor

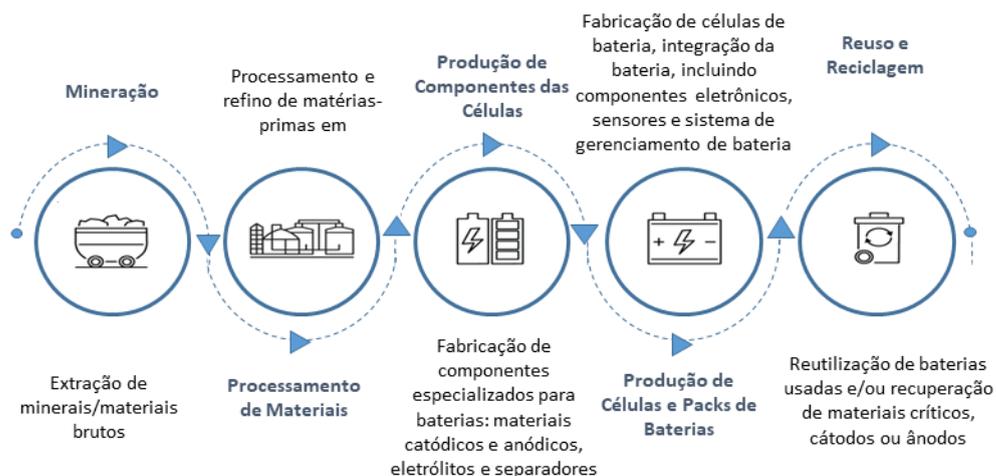
Como discutido em sua 1ª edição do Anuário, a cadeia de valor de baterias para veículos elétricos no Brasil encontra-se em processo de desenvolvimento. Há diversos atores, públicos e privados, exercendo relevantes papéis para fomentar as atividades de P&D e, também, de industrialização de baterias de íons de lítio no Brasil. Há atores focados no desenvolvimento de novos materiais, no desenvolvimento de componentes das células (como ânodo, cátodo, eletrólitos, separadores, etc.), dos packs baterias, dos sistemas eletrônicos de gerenciamento e proteção das baterias (BMS e TMS) e, por fim, para as atividades de produção e uso em condições de larga escala. A conclusão a que se chegou na 1ª edição desse Anuário é que as perspectivas apontadas demonstram movimentações importantes para a formação da cadeia de valor, bem como a existência de competências relevantes para a pesquisa, desenvolvimento e inovação no Brasil.

Há movimentos expressivos recentes por parte dos principais players da mobilidade elétrica no Brasil? Como tais movimentações têm se manifestado nos últimos anos? Nesse contexto, quais são as implicações práticas para tais players?

A fim de responder a tais perguntas, é preciso trazer o conceito de cadeia de valor. Em síntese, trata-se do desdobramento dos principais elos que envolvem todas as etapas de produção do produto acabado, bem como procedimentos acessórios na cadeia. Em se tratando de baterias, trabalhos como os de Liu (2022) e da International Energy Agency, IEA (2022) contribuem para esse entendimento.

A Figura 4 sintetiza essa cadeia. O elo inicial ocorre com as ações necessárias para exploração dos minerais, especialmente os mais críticos para produção das baterias, passando pelos processos de produção propriamente ditos. Considerando a lógica da economia circular, também é incluído o último elo, que trata especificamente das ações para reciclagem ou reuso dos componentes das baterias.

Fig. 4 - Cadeia de valor de baterias para veículos elétricos



Fonte: Adaptado de IEA (2022)

Entende-se que o mercado mundial de baterias continuará crescendo de maneira expressiva e as empresas brasileiras precisam atentar para o fato de que esse é um momento de intensas mudanças e de decisões. Como consequência, a cadeia de valor de baterias, em especial para veículos elétricos, seja no Brasil ou no exterior, continuará em evolução. Players mundiais e nacionais já estão se movimentando, o que pode impactar consideravelmente a atuação de todos no mercado brasileiro. Entender esse movimento é fundamental para saber quais competências ainda são necessárias na cadeia de valor brasileira.

Assim como notado no 1º Anuário da PNME, observam-se ao menos dois movimentos distintos nessa cadeia no Brasil. Ambos têm relação com o

desenvolvimento de projetos de inovação de alto impacto, envolvendo uma empresa ou um pool de empresas, atores do governo e da academia, e Centros de Tecnologia ou Institutos de Pesquisa, com atuação em rede e de alcance até mesmo mundial. Essas empresas podem ser novas entrantes ou empresas já atuantes há anos no setor automotivo, mas que têm procurado reconfigurar a sua atuação tendo em vista a ampliação das oportunidades. O que se verá a seguir é uma melhor caracterização de tais movimentos, a partir da apresentação de exemplos. Trata-se do levantamento de exemplos, não exaustivos, os quais servem, dentre outras coisas, para melhor esclarecimento dos argumentos.

Movimento 01: Dentro do mesmo elo da Cadeia de Valor

Nesse caso, há uma contínua atuação de diferentes atores (empresas já consolidadas e novos entrantes) para desenvolver projetos específicos para aproveitar oportunidades em um único elo da cadeia de valor de baterias para veículos elétricos.

O que de mais relevante houve nos últimos anos?

Intensificação da atuação nos elos iniciais (mineração e processamento) e no final (montagem de packs e reciclagem e reuso de baterias), expansão de redes entre atores consolidados e ICTs (Instituições de Ciência e Tecnologia) e maior atuação internacional (por ex., Lithium Valley Brazil)

· Um primeiro exemplo é a atuação em conjunto entre a Companhia Brasileira de Alumínio (CBA) e o Instituto Senai de Inovação em Eletroquímica (ISI Eletroquímica)². O interesse de ambos é desenvolver novas tecnologias para a produção de folhas de alumínio para células de íons de lítio. Até então, o domínio do desenvolvimento e comercialização de folhas de alumínio é para atender à demanda do setor de embalagens. Porém, o intuito agora é explorar oportunidades dentro da cadeia de valor de baterias de íons de lítio. Argumenta-se que as folhas de alumínio podem contribuir para que tais células sejam mais estáveis e tenham maior capacidade de armazenamento.

· Ainda em relação à exploração de minerais deve-se ser citado o Lithium Valley Brazil, lançado em maio de 2023 nos EUA com a intenção de atrair atores internacionais. Trata-se de um programa conduzido pelo governo do Estado de Minas Gerais, em parceria com o Ministério de Minas e Energia (MME), e conta com quatro mineradoras com projetos iniciais de exploração do lítio em Minas Gerais, são elas: as canadenses Sigma Lithium e Lithium Ionic, a norte americana Atlas Lithium e a australiana Latin Resources³.

² <https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/mobility-now/brasil-produzir%C3%A1-folhas-de-aluminio-para-baterias-de-carros-eletricos/>

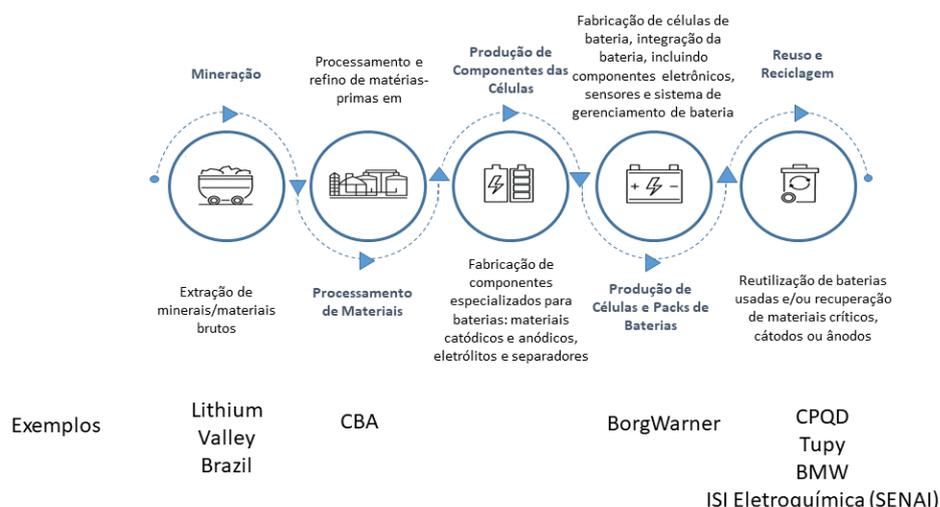
³ <https://epbr.com.br/brasil-se-lanca-no-mapa-global-do-litio/>

· A BorgWarner, fornecedora da cadeia automotiva e com atuação há quase 50 anos no Brasil, monta, atualmente, o Sistema de Gerenciamento da Bateria (BMS), os módulos de conexão entre as baterias, a unidade de recarga de corrente direta e a unidade eletrônica de controle⁴.

· Um dos elos mais críticos da cadeia de valor de baterias para veículos elétricos é justamente a que se refere à economia circular, mais especificamente aos esforços para reciclagem (último elo da cadeia). Um dos maiores gargalos já apontados é justamente saber como reutilizar os materiais que constituem as baterias de íons de lítio, sejam em novas baterias ou em outras inúmeras aplicações (como tablets, notebooks, smartphones, entre outros aparelhos eletrônicos). Do ponto de vista dos Centros de Pesquisa e Institutos de Tecnologia há esforços para, por exemplo, desenvolver soluções de armazenamento de energia baseada em baterias de segunda vida (second-life). Nesse sentido, o CPQD - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações⁵, tem desenvolvido projetos e processos para a remanufatura de packs de baterias, compreendendo o desenvolvimento de técnicas de classificação rápida do estado de degradação das células usadas, o desenvolvimento do sistema eletrônico de gerenciamento de bateria e seus algoritmos embarcados, o projeto dos componentes mecânicos e térmicos associados, dentre outros aspectos.

· Há projetos também de parcerias entre empresas, como a Energy Source, startup brasileira já atuante industrialmente na remanufatura de segunda vida de baterias e reciclagem das células inservíveis de íons de lítio pelo processo hidrometalúrgico, que permite a separação e recuperação dos materiais nobres das células (lítio, cobalto, níquel, etc.), e a Tupy, tradicional metalúrgica brasileira e fornecedora de componentes automotivos há décadas que, em conjunto com a BMW, tem procurado desenvolver a reciclagem de baterias por hidrometalurgia, ao invés do processo já dominado de pirometalurgia⁶. A Figura 5 mostra a representação deste primeiro movimento dentro da cadeia de valor de baterias no Brasil.

Fig. 5 - Representação do movimento 1 dentro da cadeia de valor de baterias no Brasil



Fonte: Adaptado de IEA (2022)

⁴ <https://insideevs.uol.com.br/news/684310/borgwarner-aumento-producao-baterias-brasil/>

⁵ <https://www.grupocpfl.com.br/noticia/projeto-da-cpfl-energia-avalia-segunda-vida-de-baterias-de-veiculos-eletricos>

⁶ <https://www.tupy.com.br/reciclagem-de-baterias-de-veiculos-eletricos-pode-ser-realidade-no-pais-em-poucos-anos/>

Movimento 02: Incorporação de elos vizinhos, ampliando a atuação na Cadeia de Valor

Aqui nota-se a extensão da atuação dos atores. Seus projetos vão além de uma atuação exclusiva em um único elo da cadeia de valor, mas sim abrangendo os vizinhos.

O que de mais relevante houve nos últimos anos?

Expansão de atores já consolidados em parceria com novos atores e ICTs. Forte atuação nos elos centrais da cadeia de valor, com expansões upstream e downstream.

- A WEG tem buscado ampliar a sua capacidade de produção de packs de baterias de íons de lítio no Brasil⁷. Ela irá ampliar o seu parque fabril em Jaraguá do Sul/SC, com investimentos previstos na ordem dos R\$ 100 milhões. Os planos divulgados, em fevereiro de 2023, implicam em ofertar mais de 1 GWh de capacidade em packs de baterias por ano, englobando investimentos para aumentar a capacidade de produção de packs de bateria com células de lítio-íon ainda importadas, para avançar o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento eletrônico, de refrigeração e de segurança. Há também a preocupação em resolver um dos principais gargalos na cadeia de valor de baterias, reciclagem. Há movimentos no mercado brasileiro para que tal gargalo seja minimizado. Nessa linha, a WEG é um exemplo de empresa que espera reutilizar as baterias – segunda vida - em suas estações de recarga (eletropostos) de veículos elétricos que, em conjunto com a BMW e a Energy Source, tem procurado oferecer soluções tecnológicas ao mercado⁸.

- Há de se destacar também os esforços recentes do trio CPFL, BYD e CPQD⁹ em prol do desenvolvimento de soluções que visam aumentar a vida útil de baterias. Esses três atores têm dado continuidade a um projeto iniciado em 2020, que visa desenvolver uma solução destinada à segunda vida para baterias de lítio-íon utilizadas em veículos elétricos. A BYD, inclusive, já tornou público o seu interesse em adquirir ativos de mineração de Lítio no Brasil. Em entrevista a veículos de imprensa em outubro de 2023, a vice-presidente global da empresa afirmou que: “preferimos comprar qualquer recurso disponível e acessível, mas precisa ser competitivo. Ao mesmo tempo, a BYD também prefere possuir alguma operação de mineração no Brasil”¹⁰.

- A Magneti Marelli, outra empresa global presente no Brasil há mais de 40 anos, fornecedora de componentes para o setor automotivo, por meio de seu programa de P&D apoiou o desenvolvimento, pelo CPQD, de uma bateria de íons de lítio para aplicação, junto com seu sistema robotizado de transmissão manual Perf.E.T., em veículos convencionais (ICE), de modo a possibilitar às montadoras a transformação de um veículo ICE em um veículo híbrido plug-in, sem grandes alterações na linha de montagem¹¹.

⁸ <https://udop.com.br/noticia/2022/04/11/bmw-brasil-e-weg-estao-desenvolvendo-estacao-de-recarga-rapida-que-utiliza-baterias-usadas-e-energia-solar.html>

⁹ <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53252178/cpfl-byd-e-cpqd-avancam-com-pd-para-segunda-vida-de-baterias>

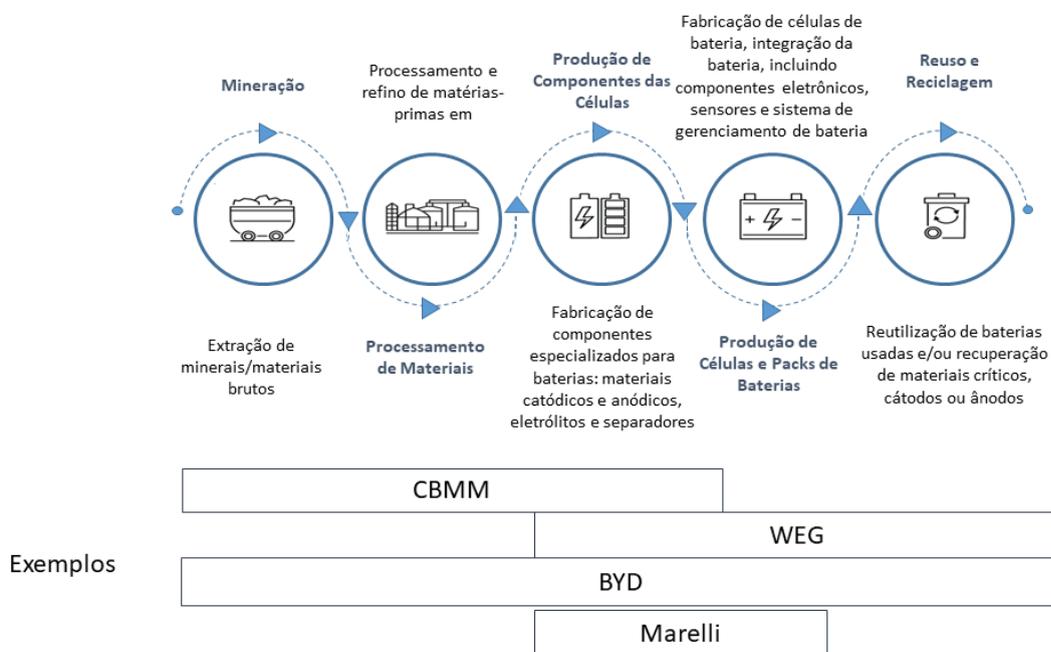
¹⁰ https://www.bloomberglia.com.br/negocios/byd-mira-ativos-de-mineracao-de-litio-no-brasil-diz-vice-presidente-global/?utm_source=piano&utm_medium=email&utm_campaign=28909&source=piano-newsletter-br&pnespid=tLBIAXwa-JP4V0aWcqSTtCI_e7ky0X51pMPq30LM3rAVmRIHky9mCZzW8juFBf1TzynLwAeDg4w

¹¹ https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/f4130d9e-c237-48df-8e46-da5a039aebbe/BNDES_RA2022_FINAL+%281%29.pdf?MOD=AJPERES&CVID=oxYDbER

- A CBMM, Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM), líder mundial na exploração e comercialização de nióbio, em conjunto com a Toshiba e, em outra frente, com a canadense Nano One Materials, tem procurado desenvolver novas tecnologias que permitam que a implantação de novos processos capazes de reduzir o custo e aumentar o desempenho de ânodos e cátodos utilizados nas baterias de íons de lítio, por meio do uso do óxido de nióbio¹². O que se espera são menores custos para a produção de ânodos e cátodos de alta energia e maior estabilidade para ciclos prolongados de recarga e descarga, como consequência ser possível desenvolver baterias com maior durabilidade.

A Figura 6 ilustra o segundo movimento dentro da cadeia de valor de baterias no Brasil.

Fig. 6 - Representação do movimento 2 dentro da cadeia de valor de baterias no Brasil



Fonte: adaptado de IEA (2022)

6.4

Implicações práticas para a atuação na cadeia de valor

Agora, apresentado esses dois possíveis movimentos, cabe apontar implicações práticas para as empresas da cadeia de valor no Brasil. O que se espera é poder fomentar o desenvolvimento de baterias no Brasil, incluindo-se desde a fabricação nacional em escala que possibilite a substituição das importações e até a exportação, incluindo de novas químicas e soluções. Não se pode, obviamente, desconsiderar que são relevantes os resultados já alcançados recentemente, como na exploração de lítio (primeiro elo da cadeia). Isso é fundamental, mas qual o próximo passo para uma cadeia de valor de alto impacto no Brasil, com todos os elos bem estruturados?

Para além de investimentos que precisam ser realizados a fim de se estabelecer tal cadeia, faz-se necessário definir metas de maturidade tecnológica e de manufatura para o segmento (TRL e MRL), tanto de células e seus insumos quanto de soluções prontas para aplicação, seja no setor automotivo ou no setor de energias.

O avanço recente mais concentrado nos elos inicial e final da cadeia, ainda que importante, garante a manutenção do cenário atual, onde há perspectivas de aumento da extração de matéria-prima para fabricação de células e desenvolvimento de processos e soluções para reciclagem. Entretanto, o cenário atual no Brasil ainda demanda o desenvolvimento de competências e capacidades para se elevar o valor agregado nas commodities ou mesmo de fomentar o desenvolvimento local, caminho este almejado na pavimentação de uma posição de protagonismo no mercado internacional.

São os elos centrais que serão capazes de consolidar uma cadeia de valor relevante no Brasil. Para tanto, há um contexto amplo que demanda ações integradas entre múltiplos atores (governo, iniciativa privada, academia e sociedade). A seguir seguem duas implicações práticas para lidar com

esse importante desafio de consolidar uma cadeia de valor de baterias para veículos elétricos no Brasil.

- Desenvolver novos projetos de alto impacto e conseguir alcançar TRLs (Technology Readness Level) cada vez maiores em um menor espaço de tempo.

Isto é, avançar de uma escala de laboratório para industrial no desenvolvimento de materiais, componentes e sistemas para as baterias, otimizando recursos e gerando novas competências. Frith, Lacey e Ulissi (2023) demonstram que evoluir em termos de TRLs geralmente requer níveis crescentes de investimentos de capital. Segundo esses autores, por exemplo, entre 1 e 10 bilhões de dólares são os investimentos típicos necessários para aumentar a produção de células de bateria para 4 a 20 GWh anualmente e atingir um TRL 8. Isso significa que as empresas precisam desenvolver projetos de maneira integrada, envolvendo diferentes atores (públicos e privados, empresas já consolidadas no mercado e startups, centros de tecnologia e agências governamentais, etc.).

É isso que a BMW e Energy Source têm procurado fazer para que, juntas, possam ampliar a vida útil das baterias, por meio de novas soluções de reuso. Nessa mesma linha do reuso, a tríade CPFL, BYD e CPQD é outro ótimo exemplo de trabalho em rede.

Desenvolver projetos em rede e de forma integrada, muito embora seja colocado como prática comum pelas empresas, está longe de ser algo simples. É complexo escolher com quem integrar ou com quem formar a sua rede e, posteriormente, como integrar ou atuar em rede. Não existe um caminho único para lidar com tamanho desafio uma vez que há interesses e objetivos individuais das empresas a serem satisfeitos dentro de um mesmo projeto. A

colaboração e a atuação em rede é uma lição necessária de ser aprendida, absorvida e praticada pela indústria nacional, uma vez que reduz as incertezas e custos, ao passo que fortalece a cadeia e cria conexões importantes para os próximos passos a serem tomados conforme a cadeia se consolida.

- Minimizar as incertezas, promovendo sinergias necessárias com empresas de outros elos da cadeia de valor.

A lógica é integrar com outros atores da cadeia de valor, sempre que tais atores contribuam em reduzir as incertezas sobre, por exemplo, quais etapas realizar, como realizar e quais recursos alocar.

A CBMM, há anos domina o processo de exploração de nióbio, porém foi por meio de parcerias com outras empresas – Toshiba e Nano One Materials – que conseguiu aumentar o desempenho de ânodos e cátodos utilizados nas baterias de íons de lítio. Em decorrência disso, a CBMM ampliou a sua atuação dentro da cadeia de valor de baterias no Brasil. O mesmo ocorreu com a BMW que em parceria com a Tupy tem conseguido avançar no domínio de processos de reciclagem de baterias por hidrometalurgia. Em resumo, inovação aberta e parceria estratégicas são fundamentais para lidar com as incertezas inerentes a tais inovações de alto impacto.

Se uma empresa pretende usar um determinado insumo mineral em suas baterias, ela precisa trabalhar de forma estreita com fornecedores de tais insumos, para garantir que a sua capacidade de produção de baterias possa ser atendida. Isso posto, não por acaso, há a preocupação de empresas já consolidadas como a GM, em interagir mais de perto com elos iniciais de sua cadeia. Não por acaso houve uma abordagem, ainda que inicial, da GM junto ao IBRAM (Instituto Brasileiro de Mineração). Como divulgado¹³, a GM tem se aproximado do IBRAM, a fim de melhor entender sobre as expectativas de produção mineral brasileira, uma vez que muitos minerais são críticos para a descarbonização da cadeia automotiva. Portanto, ter conhecimento das emissões relativas à mineração é estratégico do ponto de vista de tomada de decisão sobre o uso da matéria-prima na fabricação de células, seja local ou fora do país, principalmente.

Ainda é cedo para confirmar quais serão os desdobramentos de posturas como essa. O que está latente é que esse tipo de comportamento reforça a premissa de que a cadeia de valor de baterias para aplicação em mobilidade elétrica está em contínua evolução, porém desconexa, exigindo das empresas maior integração e cultura de atuação em rede.

¹³ <https://ibram.org.br/noticia/ibram-recebe-dirigentes-da-gm-south-america-para-discutir-oferta-de-minerios-para-eletrificacao-de-veiculos/>

6.5

Considerações finais e perspectivas

Considerando-se o cenário mundial das baterias e suas inúmeras e necessárias aplicações, é crucial que o Brasil se posicione como um provedor de insumos e tecnologias, dado o potencial de protagonismo em todos os elos da cadeia de valor.

O país possui reservas relevantes de minerais específicos para a cadeia que podem ser explorados de forma estratégica, além da produção atual de minérios, como ferro e alumínio em grande escala que podem ser beneficiados internamente para provisão da cadeia internacional de baterias.

Do ponto de vista do desenvolvimento de células e soluções de armazenamento de energia, há oportunidades de exploração das competências eletroquímicas, metalúrgicas, dos materiais e de engenharia já existentes no país, seja nas universidades e institutos de ciência e tecnologia ou até mesmo na indústria, como as cadeias de autopeças automotiva e metalmecânica.

Apesar da existência de plantas que montam packs de baterias e os investimentos recentes anunciados, o desenvolvimento em larga escala ainda é um gargalo relevante, dado o alto custo

de implementação de planta, a complexidade de fabricação, a dependência de insumos importados e a grande variedade de aplicações no mercado com baixo volume de demanda. Porém, considerando o mercado local, incluindo a América Latina, há uma oportunidade de análise de demanda prevista para os próximos anos que pode incentivar investimentos e empresas dispostas a proverem soluções de packs.

Quanto à circularidade da cadeia de valor de baterias no país, há diversas empresas e startups investindo em desenvolvimento de metodologias de análise de aplicação de segunda vida de baterias e recuperação dos materiais em processo de reciclagem para fabricação de novas células. O crescimento deste segmento depende de um maior volume de baterias (atrelado ao crescimento da frota de veículos elétricos) e também investimentos em plantas de reciclagem de maior porte. Como as baterias são elementos fundamentais para a mobilidade elétrica, faz todo sentido que a sua cadeia de valor se desenvolva num país com tanto potencial de atuação latente, como o Brasil.

Referências Bibliográficas

ACCESSWIRE. **Successful Completion of Phase Two of Co-Development Agreement with Leading Niobium Producer CBMM.** 2023. Disponível em <<https://www.accesswire.com/755399/successful-completion-of-phase-two-of-co-development-agreement-with-leading-niobium-producer-cbmm>> Acesso em: 16 set. 2023

ARMAND, Michel et al. Lithium-ion batteries—Current state of the art and anticipated developments. **Journal of Power Sources**, v. 479, p. 228708, 2020.

AUTOMOTIVE BUSINESS. **Brasil produzirá folhas de alumínio para baterias de carros elétricos.** 2022. Disponível em <<https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/mobility-now/brasil-produzir%C3%A1-folhas-de-aluminio-para-baterias-de-carros-eletricos/>> Acesso em: 03 de out. 2023.

BLOOMBERG NEF. **Lithium-Ion Battery Price Survey.** 2021. Disponível em <<https://about.bnef.com/blog/battery-pack-prices-fall-to-an-average-of-132-kwh-but-rising-commodity-prices-start-to-bite/>> Acesso em: 10 de set. 2023.

CANAL ENERGIA. **CPFL, BYD e CPQD avançam com P&D para segunda vida de baterias.** 2023. Disponível em <<https://www.canalenergia.com.br/noticias/53252178/cpfl-byd-e-cpqd-avancam-com-pd-para-segunda-vida-de-baterias>> Acesso em: 03 de out. 2023.

CESAR, JULIO. **BorgWarner quer nacionalizar todas as etapas da produção de baterias.** 2023. Disponível em <<https://insidevcs.uol.com.br/news/684310/borgwarner-aumento-producao-baterias-brasil/>> Acesso em: 09 de set. 2023

CHIAPPINI, Gabriel. **Brasil se lança no mapa global do lítio.** 2023. Disponível em <<https://epbr.com.br/brasil-se-lanca-no-mapa-global-do-litio/>> Acesso em: 05 de out. 2023.

COMPANHIA BRASILEIRA DE METALURGIA E MINERAÇÃO. **Projeto da CBMM em parceria com a Nano One tem primeira etapa de desenvolvimento concluída.**

Disponível em <<https://cbmm.com/pt/media-center/noticias/noticias-internas/fase-concluida-nano-one>> Acesso em: 25 set. 2023

CPFL Energia. **Projeto da CPFL Energia avalia segunda vida de baterias de veículos elétricos.** 2023. Disponível em <<https://www.grupocpfl.com.br/noticia/projeto-da-cpfl-energia-avalia-segunda-vida-de-baterias-de-veiculos-eletricos>> Acesso em: 12 de set. 2023

FRITH, James T.; LACEY, Matthew J.; ULISSI, Ulderico. A non-academic perspective on the future of lithium-based batteries. **Nature Communications**, v. 14, n. 1, p. 420, 2023.

IBRAM Mineração do Brasil. **IBRAM recebe dirigentes da GM South America para discutir oferta de minérios para eletrificação de veículos.** 2023. Disponível em <<https://ibram.org.br/noticia/ibram-recebe-dirigentes-da-gm-south-america-para-discutir-oferta-de-minerios-para-eletrificacao-de-veiculos/>> Acesso em: 15 set. 2023

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY: IEA. 2022. **Global EV outlook 2022: Securing supplies for an electric future.** Disponível em <<https://iea.blob.core.windows.net/assets/4eb8c252-76b1-4710-8f5e-867e751c8dda/GlobalSupplyChainsOfEVBatteries.pdf>> Acesso em: 15 de set. 2023

LARA, Leonardo. **BYD mira ativos de mineração de lítio no Brasil, diz vice-presidente global**. 2023. Disponível em <https://www.bloomberglia.com.br/negocios/byd-mira-ativos-de-mineracao-de-litio-no-brasil-diz-vice-presidente-global/?utm_source=piano&utm_medium=email&utm_campaign=28909&source=piano-newsletter-br&pnespid=tLBiAXwaJP4VOaWcqStt-Cl_e7kyOX51pMPq3OLM3rAVmRIHKy9mCZzW8juFBf1TzynLwAeDg4w>
<https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/f4130d9e-c237-48df-8e46-da5a039aebbe/BNDES_RA2022_FINAL+%281%29.pdf?MOD=AJPERES&CVID=oxYDbER> Acesso em: 18 de out. 2023

LIU, Wei; PLACKE, Tobias; CHAU, K. T. Overview of batteries and battery management for electric vehicles. **Energy Reports**, v. 8, p. 4058-4084, 2022.

MOHAMMADI, Fazel; SAIF, Mehrdad. A comprehensive overview of electric vehicle batteries market. **e-Prime-Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy**, p. 100127, 2023.

TUPY. **Reciclagem de baterias de veículos elétricos pode ser realidade no País em poucos anos 2022**. Disponível em <<https://www.tupy.com.br/reciclagem-de-baterias-de-veiculos-eletricos-pode-ser-realidade-no-pais-em-poucos-anos/>> Acesso em: 13 de set. 2023

UNIÃO NACIONAL DA BIOENERGIA. **BMW Brasil e WEG estão desenvolvendo estação de recarga rápida que utiliza baterias usadas e energia solar**. 2022. Disponível em <<https://udop.com.br/noticia/2022/04/11/bmw-brasil-e-weg-estao-desenvolvendo-estacao-de-recarga-rapida-que-utiliza-baterias-usadas-e-energia-solar.html>> Acesso em: 03 de out. 2023.

WEG. **WEG investe para aumentar capacidade de produção de packs de baterias no Brasil**. 2023. Disponível em <<https://www.weg.net/institucional/BR/pt/news/resultados-e-investimentos/weg-investe-para-aumentar-capacidade-de-producao-de-packs-de-baterias-no-brasil>> Acesso em: 03 de out. 2023.

ZHU, Jian; DENG, Da. Design and synthesis of structured particles for next-generation lithium-ion batteries. In: **Anisotropic Particle Assemblies**. Elsevier, 2018. p. 261-278.

Conclusões finais

A 3ª edição do Anuário da Mobilidade Elétrica discute os alicerces da mais recente expansão de veículos elétricos no Brasil. Os principais acontecimentos durante o ano de 2023 que contribuem para essa expansão podem ser enxergados por inúmeras lentes.

O que está em debate não é a eletrificação pura e simples, por meio da adoção direta de veículos 100% elétricos. A evolução e a história recente da mobilidade elétrica, discutida nesse anuário, revelam a demanda por uma transição gradual, via múltiplas rotas tecnológicas, em prol da descarbonização. Além disso, em função das peculiaridades da matriz energética brasileira, da extensão continental do país, e do grande volume de veículos da frota atual circulante, não há uma solução única que seja a ideal no curto prazo. Sendo assim, se faz necessário um planejamento estruturado onde para cada modal um plano de transição deve ser montado e recomendado de acordo com a melhor propulsão que contribua para a descarbonização e os resultados esperados no contexto dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela Assembleia Geral das Nações Unidas.

As vantagens competitivas conquistadas há décadas no Brasil, como toda a infraestrutura produtiva e tecnológica para a produção em massa dos biocombustíveis, não podem ser postas de lado, assim, como o potencial de exploração de minerais estratégicos em solo nacional para o desenvolvimento da cadeia de baterias.

Está claro que os esforços conjuntos do governo, da academia, de institutos de pesquisa e tecnologia e das mais variadas empresas, já se traduzem em resultados concretos. A infraestrutura de recarga, os avanços na cadeia de valor de produção e comercialização de baterias, as estratégias para adoção de múltiplas rotas

tecnológicas pelas montadoras e sua cadeia de fornecedores, a ampliação e o aperfeiçoamento das políticas públicas têm contribuído para o crescimento exponencial da presença dos veículos leves, levíssimos e pesados, sejam os puramente elétricos ou híbridos.

No Brasil, empresas que já atuam, como Hyundai, Stellantis, Toyota, Renault, GM, Volkswagen, entre inúmeras outras, têm suas estratégias delineadas e planos ambiciosos para a eletrificação da frota. Não por acaso, BYD e GWM, como discutido, têm se posicionado em prol da instalação de unidades fabris no país.

Isso, entretanto está longe de significar que o caminho esteja consolidado. Dito de outro modo, ainda há muito o que se fazer. Como todo ecossistema dinâmico, mudanças ocorrem a cada momento, em um espaço de tempo cada vez menor e com maior nível de impacto. Em termos práticos, há desafios substantivos a serem superados para a maior expansão da infraestrutura de recarga. A cadeia de valor de baterias nacional ainda possui obstáculos para que as empresas ocupem maior protagonismo nos elos capazes de gerar maior valor. Somado a isso, refinamentos e calibrações na medida certa precisam estar na agenda dos responsáveis pela implementação das políticas públicas, auxiliando na segurança jurídica aos atores, permitindo assim maior previsibilidade para o planejamento de investimentos de médio e longo prazos.

Os anuários da mobilidade elétrica têm a intenção de estar atentos às discussões necessárias para que o Brasil avance em tais aspectos. As incertezas ainda são significativas. Por maior que sejam a destreza e a precisão das análises anuais, não há como saber ao certo todos os movimentos dos atores que atuam no ecossistema da mobilidade elétrica.

As análises aqui presentes, por sua vez, per-

mitem que as informações e dados relevantes sejam sistematicamente organizados e acompanhados evolutivamente ano a ano. Em 2023, por exemplo, foi possível entender melhor os motivos que permitiram saltos importantes no volume de veículos elétricos leves e pesados nas ruas do Brasil. Isso não foi obra do acaso. Cada um dos capítulos dessa 3ª edição procurou explorar aspectos pontuais

que contribuíram para que tais saltos ocorressem.

Futuras edições do anuário terão o compromisso de manter esse padrão de análise para melhor entendimento da evolução do ecossistema nacional da mobilidade elétrica.

Coordenação executiva da PNME

Glossário

Siglas	
ABRAVEI	Associação Brasileira dos Proprietários de Veículos Elétricos Inovadores
ABVE	Associação Brasileira de Veículos Elétricos
AEA	Associação Brasileira de Engenharia Automotiva
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ANTP	Associação Nacional de Transportes Públicos
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BRDE	Banco Regional do Desenvolvimento do Extremo Sul
CAMEX	Câmara de Comércio Exterior
CBA	Companhia Brasileira de Alumínio
CCJC	Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania
CDC	Comissão de Defesa do Consumidor
CDE	Comissão de Desenvolvimento Econômico
CDU	Comissão de Desenvolvimento Urbano
CICS	Comissão de Indústria, Comércio e Serviços
Celesc	Centrais Elétricas de Santa Catarina
Copel	Companhia Paranaense de Energia
CPQD	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações
CVT	Comissão de Viação e Transportes
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
Gecex	Comitê Executivo de Gestão da Câmara de Comércio Exterior
GESEL	Grupo de Estudos do Setor Elétrico
ICCT	Conselho Internacional de Transporte Limpo, em inglês
IEA	Agência Internacional de Energia, em inglês
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IPEA	Instituto de pesquisa econômica aplicada
MCid	Ministério das Cidades
MCid/SEMOB	Secretaria de Mobilidade Urbana do Ministério das Cidades
MiBI	Made in Brazil Integrado

MME	Ministério de Minas e Energia
PBEV	Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular
RISE	Rede de Inovação do Setor Elétrico
RIT	Rede Integrada de Transporte de Curitiba
SAE	Society of Automotive Engineers
SENATRAM	Secretaria Nacional de Trânsito
Setcamp	Sindicato das Empresas de Transporte Metropolitano e Urbano de Passageiros da Região Metropolitana de Campinas (Setcamp)
SDIC/MDIC	Secretaria de Desenvolvimento Industrial, Inovação, Comércio e Serviços do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços
TCE/SP	Tribunal de Contas do Estado de São Paulo
TCU	Tribunal de Contas da União
Urbam	Urbanizadora Municipal S/A (São José dos Campos/SP)
USP	Universidade de São Paulo
WRI Brasil	World Resources Institute (Instituto de Recursos Mundiais, em inglês)

Termos	
BEV (Battery Electric Vehicle)	Sigla do termo em inglês para Battery Electric Vehicle. Um veículo totalmente elétrico alimentado por uma bateria que é carregada via rede elétrica
BMS (Battery Management System)	Sigla do termo em inglês para Battery Management System. Trata-se de sistemas eletrônicos de gerenciamento dos 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
CBU (Completely Built Unit)	Veículos totalmente montados
CCS Tipo 1 (padrão de recarga)	
Padronizado pela SAE, este conector combina dois pinos DC dispostos abaixo do conector CA Tipo 1, o qual usa 3 pinos	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
CCS Tipo 2 (padrão de recarga)	
Padronizado pela UE, este conector combina dois pinos DC dispostos abaixo do conector CA Tipo 2, o qual usa 3 pinos	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
Célula a combustível ou célula de hidrogênio	Tecnologia que utiliza a combinação química dos gases hidrogênio e oxigênio para gerar energia elétrica e moléculas de água

Células Eletroquímicas	Dispositivo capaz de gerar energia elétrica a partir de reação química ou facilitar reações químicas através da introdução de energia elétrica
CKD (Completely Knocked-Down)	Veículos desmontados
Conector tipo 1	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
Conector tipo 2	Um conector de sete pinos com uma borda plana. Originalmente preferido por marcas europeias, tem se tornado o mais popular na maioria dos VEs no Brasil
CPO (Charge Point Operator)	Entidade ou empresa responsável pela operação e gerenciamento de estações de recarga para veículos elétricos
Early Adopters	Segmento inicial de usuários ou consumidores que demonstram um alto grau de receptividade e disposição para adotar e testar produtos, tecnologias ou ideias inovadoras logo após seu lançamento
Economia Circular	conceito que associa desenvolvimento econômico a um melhor uso de recursos naturais, por meio de novos modelos de negócios e da otimização nos processos de fabricação com menor dependência de matéria-prima virgem, priorizando insumos mais duráveis, recicláveis e renováveis
Eficiência Energética	Ações que visem diminuir o gasto de energia para produzir a mesma quantidade de produtos
Eletropostos	Artefato tecnológico responsável por fazer a conexão do VE a rede elétrica para recarga e fornecer energia nas condições necessárias ao sistema do veículo
Emissões do Escopo 1	Emissões liberadas para a atmosfera como resultado direto das operações da própria empresa. Todos os combustíveis que produzem emissões de gases de efeito estufa devem ser incluídos no escopo 1, a combustão dos veículos pertencentes ou controlados pela empresa, por exemplo
Emissões do Escopo 2	Emissões indiretas, provenientes da energia elétrica adquirida para uso da própria companhia. Ou seja, todas as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera a partir do consumo de eletricidade, vapor, calor e refrigeração entram aqui
Emissões do Escopo 3	Emissões indiretas não incluídas no escopo 2 que ocorrem na cadeia de valor da empresa. Em outras palavras, são emissões ligadas às operações da companhia, como matéria-prima adquirida, viagens de negócios e deslocamento dos colaboradores, descartes de resíduos, transporte e distribuição
ESG (Environmental, Social and Governance)	Sigla para o termo em inglês Environmental, Social and Governance. Em livre tradução para o português para Sustentabilidade Ambiental, Social e Governança Corporativa. Conjunto de práticas e informações socioambientais e de governança que apoiam a tomada de decisão nas organizações e levam à inovação pela realização de investimentos, ações e projetos
Estações de Recarga	Infraestrutura física que fornece eletroposto para carregar um veículo elétrico conectado à rede elétrica
eVTOLs	Sigla do termo em inglês para Electric Vertical take-off and landing. Em tradução livre para o português, trata-se de veículos elétricos de decolagem e pouso vertical

Frente Parlamentar Mista	Associação suprapartidária de parlamentares interessados em debater e apresentar propostas relativas ao tema objeto do colegiado
GEE	Gases do Efeito Estufa
GHG Protocol	Do termo em inglês, Greenhouse Gas Protocol. Trata-se dos padrões, orientações, ferramentas e treinamentos para que empresas e governos mensurem e gerenciem as emissões antropogênicas responsáveis pelo aquecimento global
ICE (Internal Combustion Engine)	Sigla do termo em inglês para Internal Combustion Engine. Motor de combustão interna, em livre tradução para o português
Joint Venture	Tipo de associação em que duas entidades se juntam para tirar proveito de alguma atividade, por um tempo limitado, sem que cada uma delas perca a identidade própria
LETEC	Tarifa Externa Comum (LETEC) do MERCOSUL
Market Share	Porcentagem ou a fatia que uma empresa ou produto detém em relação ao total de vendas ou ao tamanho total do mercado em um determinado setor ou indústria. Ele é calculado dividindo as vendas da empresa ou produto pelo total de vendas do mercado e é usado como indicador de competitividade e posição relativa no mercado
MRL (Manufacturing Readiness Levels)	Sigla do termo em inglês para Manufacturing Readiness Levels. Em livre tradução para o português, refere-se a níveis de maturidade de um processo de produção
MSP (Mobility Solution Provider)	Entidade ou empresa que oferece uma variedade de soluções e serviços relacionados à mobilidade, tais como sistemas de compartilhamento de veículos, soluções de transporte público e privado até plataformas digitais que integram diferentes modos de transporte
NACS (padrão de recarga)	Padrão de recarga norte americano. Também conhecido como padrão de carregamento Tesla, é um sistema de conector de carregamento de veículo elétrico desenvolvido pela Tesla
NCM	Nomenclatura Comum (NCM) do MERCOSUL
PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle)	Sigla do termo em inglês para Plug-in Hybrid Electric Vehicle. Veículo que de motor a combustão interna e motor elétrico para tração
Private Equity	Forma de investimento que envolve a compra de participações em empresas que não estão listadas na bolsa de valores
Range Anxiety	Preocupação ou ansiedade experimentada pelos usuários de veículos elétricos devido à possibilidade de ficarem sem carga durante uma viagem devido à autonomia limitada da bateria
Reciclabilidade	Características inerentes quanto à viabilidade de um produto ser reciclado ou de integrar um ciclo de reciclagem
SH	Sistema Harmonizado
SKD (Semi Knocked-Down)	Veículos semidesmontados
TMS (Thermal Management System)	Sigla do termo em inglês para Thermal Management System. Sistema de Gerenciamento Térmico de baterias
TOC (Total Ownership Cost)	Sigla do termo em inglês para Total Ownership Cost. Custo total de propriedade, em livre tradução para o português

TRL (Technology Readiness Levels)	Sigla do termo em inglês para Technology Readiness Levels. Em livre tradução para o português, refere-se a níveis de maturidade de uma tecnologia
VE (Veículo Elétrico)	Termo genérico para Veículo Elétrico, mais frequentemente usado para se referir a veículos elétricos puros, ou seja, BEVs

