

VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL: OPORTUNIDADES, DESAFIOS E PERSPECTIVAS FUTURAS**ELECTRIC VEHICLES IN BRAZIL: OPPORTUNITIES, CHALLENGES AND FUTURE PERSPECTIVES** <https://doi.org/10.63330/aurumpub.041-004>**Joelson Lopes da Paixão**

Doutorando e Mestre em Engenharia Elétrica. Especialista em áreas da Educação e relacionadas à Engenharia Elétrica. Bacharel em Engenharia Elétrica, licenciado em Matemática, Física, Pedagogia e em Formação de professores para a EPT. Foi aluno de IC, atuou como professor na EBTT e participou de vários projetos de P&D. Atualmente, é pesquisador e doutorando em Engenharia Elétrica

E-mail: joelson.paixao@hotmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6907289379766915>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8874-5151>

Alzenira da Rosa Abaide

Doutora em Engenharia Elétrica
Professora titular da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

E-mail: alzenira@ufsm.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2427825596072142>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1043-1608>

RESUMO

A transição para veículos elétricos (VEs) no Brasil constitui um fenômeno sociotécnico complexo, inserido em um contexto de dimensões continentais, singularidades socioeconômicas e uma trajetória histórica marcada pelo pluralismo tecnológico energético. Este capítulo analisa a evolução recente da frota elétrica brasileira, destacando seu crescimento exponencial, ainda que a participação no total da frota nacional permaneça modesta. São exploradas as vantagens competitivas do país, como a dotação de recursos minerais estratégicos (nióbio, lítio, grafita), uma matriz elétrica majoritariamente renovável e uma indústria automotiva consolidada. Paralelamente, são identificados e discutidos os principais obstáculos à difusão massiva, com ênfase na infraestrutura de recarga – insuficiente e geograficamente desigual –, nos elevados custos de aquisição, na fragmentação regulatória e nos desafios impostos pela extensão territorial. O capítulo examina ainda as políticas públicas em vigor, como o Programa Rota 2030, e as perspectivas futuras, incluindo a verticalização da cadeia produtiva, a integração com redes inteligentes (smart grids) e a eletrificação de frotas cativas. Conclui-se que, embora o Brasil possua condições únicas para liderar segmentos específicos da transição, a materialização deste potencial depende de ações coordenadas e investimentos substantivos em infraestrutura, incentivos e regulação.

Palavras-chave: Veículos Elétricos; Transição Energética; Infraestrutura de Recarga; Brasil; Políticas Públicas; Recursos Minerais.

ABSTRACT

The transition to electric vehicles (EVs) in Brazil constitutes a complex socio-technical phenomenon, embedded in a context of continental dimensions, socioeconomic singularities, and a historical trajectory marked by energy technological pluralism. This chapter analyses the recent evolution of the Brazilian electric fleet, highlighting its exponential growth, even though its share in the total national fleet remains modest. The country's competitive advantages are explored, such as the endowment of strategic mineral resources (niobium, lithium, graphite), a predominantly renewable electricity matrix, and a consolidated automotive industry. Concurrently, the main obstacles to mass diffusion are identified and discussed, with emphasis on the charging infrastructure – insufficient and geographically unequal –, high acquisition costs, regulatory fragmentation, and challenges imposed by territorial extension. The chapter also examines current public policies, such as the Rota 2030 Program, and future perspectives, including the verticalization of the productive chain, integration with smart grids, and the electrification of captive fleets. It is concluded that, although Brazil possesses unique conditions to lead specific segments of the transition, the materialization of this potential depends on coordinated actions and substantial investments in infrastructure, incentives, and regulation.

Keywords: Electric Vehicles; Energy Transition; Charging Infrastructure; Brazil; Public Policies; Mineral Resources.

1 INTRODUÇÃO

A transição energética no setor de transportes representa um dos mais significativos desafios e oportunidades do século XXI. No Brasil, país com dimensões continentais e peculiaridades socioeconômicas únicas, a eletrificação da frota veicular emerge como tema central nas discussões sobre sustentabilidade, segurança energética e desenvolvimento industrial. Este capítulo analisa o fenômeno da adoção de veículos elétricos (VEs) no contexto brasileiro, examinando as dinâmicas de mercado, as potencialidades nacionais, as barreiras à difusão tecnológica e as perspectivas para as próximas décadas.

A relevância deste tema transcende aspectos meramente ambientais. A eletrificação veicular no Brasil insere-se em um contexto mais amplo de redefinição da matriz energética nacional, aproveitamento de recursos minerais estratégicos e reposicionamento competitivo da indústria automotiva. Como argumentado por Sovacool et al. (2018), a transição para veículos elétricos não constitui apenas uma substituição tecnológica, mas uma reconfiguração sociotécnica que afeta cadeias produtivas, infraestrutura

urbana e padrões de mobilidade. No cenário brasileiro, essa reconfiguração dialoga com uma trajetória histórica de inovação em combustíveis alternativos, como o etanol, conferindo características singulares ao processo de transição.

2 EVOLUÇÃO RECENTE DA FROTA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL

2.1 DINÂMICA DE CRESCIMENTO E TRAJETÓRIA DE ADOÇÃO

O mercado brasileiro de veículos elétricos experimentou crescimento exponencial nos últimos anos, seguindo uma trajetória de difusão tecnológica típica de inovações disruptivas. Em 2024, foram comercializadas 177.358 unidades de veículos eletrificados leves (BEV - Battery Electric Vehicles e PHEV - Plug-in Hybrid Electric Vehicles), representando um crescimento de 89% em relação ao ano anterior, quando foram vendidos 93.927 veículos (ClimaInfo, 2025). Este desempenho superou amplamente as projeções da Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE), que estimava 150.000 unidades para o período.

A frota total de veículos eletrificados no país ultrapassou 480.000 unidades no primeiro semestre de 2025, registrando crescimento de 28% em relação a dezembro de 2024, quando contabilizava 374.423 unidades (Portal da Reparação, 2025). Este crescimento acelerado posiciona o Brasil na fase inicial de adoção em massa, aproximando-se do ponto de inflexão de 5% de participação no mercado de veículos novos, *threshold* identificado por analistas como indicativo de transição para adoção acelerada (Power2Go, 2025).

2.2 COMPOSIÇÃO DA FROTA E SEGMENTAÇÃO TECNOLÓGICA

A análise da composição tecnológica revela predominância dos veículos híbridos plug-in (PHEV) sobre os totalmente elétricos (BEV) nas vendas de 2024, com 64.009 unidades PHEV comercializadas (CNN Brasil, 2025). Esta distribuição reflete tanto preocupações dos consumidores quanto à autonomia e infraestrutura de recarga, quanto estratégias das montadoras em oferecer soluções híbridas como ponte transicional.

No entanto, observa-se tendência de aceleração mais pronunciada na categoria BEV. Dados indicam crescimento de 157,8% nas vendas de veículos puramente elétricos em 2024 (Power2Go, 2025), sugerindo superação gradual das barreiras iniciais de adoção, particularmente em centros urbanos onde a infraestrutura de recarga mostra-se mais desenvolvida (Paixão et al., 2023).

2.3 CONTEXTUALIZAÇÃO NO CENÁRIO NACIONAL DE MOBILIDADE

Apesar do crescimento expressivo, os veículos eletrificados ainda representam parcela reduzida da frota nacional. Levantamento de 2025 indica que veículos elétricos e híbridos correspondem a

aproximadamente 7% da frota total (ADVFN, 2025), enquanto veículos flex fuel predominam com 42,2%, seguidos por modelos exclusivamente a gasolina (40,5%), diesel (7,8%) e álcool (3,5%) (Poder360, 2025).

Esta configuração reflete a trajetória histórica do Brasil como pioneiro em combustíveis alternativos, particularmente etanol, conferindo ao país experiência singular em transições energéticas no setor de transportes. A coexistência de múltiplas tecnologias propulsoras caracteriza o que podemos denominar "pluralismo tecnológico energético", conceito que descreve a diversidade de soluções energéticas presentes simultaneamente no mercado automotivo nacional.

3 POTENCIALIDADES E VANTAGENS COMPETITIVAS DO BRASIL

3.1 RECURSOS MINERAIS ESTRATÉGICOS

O Brasil possui dotação extraordinária de recursos minerais críticos para a cadeia produtiva de veículos elétricos, particularmente na fabricação de baterias de íon-lítio. Segundo dados do Serviço Geológico do Brasil (SGB), o país detém a maior reserva mundial de nióbio, a terceira maior de grafite e níquel do planeta, além de ser o quinto maior produtor global de lítio (Ministério de Minas e Energia, 2023).

O nióbio merece destaque especial. Com reservas estimadas que representam mais de 90% do total mundial, o Brasil encontra-se em posição monopolística neste mineral estratégico. Pesquisas conduzidas pela Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM) demonstram aplicação promissora do nióbio em baterias de lítio, permitindo carregamento ultra-rápido e maior vida útil (Petrosolgas, 2023). Esta inovação tecnológica posiciona o país na fronteira do desenvolvimento de baterias de nova geração, potencialmente revolucionando os parâmetros de desempenho dos veículos elétricos.

Quanto ao lítio, embora a produção brasileira atual responda por apenas 2% do volume mundial, estimativas indicam potencial de crescimento para 5% nos próximos 10 anos (Mineração Sustentável, 2024). As reservas concentram-se principalmente no Ceará e no eixo Rio Grande do Norte-Paraíba, com qualidade considerada superior e menor impacto ambiental de extração comparado às salinas andinas.

3.2 MATRIZ ENERGÉTICA LIMPA E VANTAGEM COMPARATIVA

A matriz elétrica brasileira, com aproximadamente 85% de fontes renováveis (considerando hidrelétrica, eólica, solar e biomassa), confere aos veículos elétricos no Brasil vantagem ambiental significativa comparada a países dependentes de termelétricas a carvão ou gás natural. Esta característica potencializa a redução de emissões no ciclo completo (*well-to-wheel*), argumento frequentemente negligenciado em análises comparativas internacionais (Messagie et al., 2014).

A descarbonização efetiva do setor de transportes via eletrificação depende fundamentalmente da origem da eletricidade utilizada. No contexto brasileiro, cada quilômetro rodado por veículo elétrico resulta em emissões de CO₂ equivalentes significativamente inferiores às alternativas com motor a combustão

interna, mesmo considerando veículos flex com etanol (Nogueira et al., 2021). Ademais, a integração de VEs com microrredes baseadas em fontes renováveis pode otimizar ainda mais esse benefício ambiental (Paixão et al., 2025).

3.3 INDÚSTRIA AUTOMOTIVA ESTABELECIDADA

O Brasil possui a nona maior indústria automotiva global, com capacidade instalada superior a 5 milhões de veículos anuais e extensa rede de fornecedores. Esta base industrial representa ativo estratégico para a transição à mobilidade elétrica, reduzindo custos de conversão produtiva e facilitando desenvolvimento de cadeia de suprimentos local.

Investimentos recentes de montadoras tradicionais e novos entrantes, incluindo BYD, GWM e outras marcas chinesas, indicam reconhecimento do potencial do mercado brasileiro. A instalação de plantas produtivas locais não apenas atende requisitos de conteúdo nacional para incentivos fiscais, mas também possibilita desenvolvimento de engenharia e adaptações específicas para condições de uso brasileiras, incluindo a integração com sistemas de recarga em rodovias (Paixão e Abaide, 2023).

4 DESAFIOS E BARREIRAS À ADOÇÃO

4.1 INFRAESTRUTURA DE RECARGA: O GARGALO CRÍTICO

A infraestrutura de recarga constitui o principal obstáculo à expansão acelerada dos veículos elétricos no Brasil. Pesquisas de mercado identificam a "ansiedade de autonomia" como principal fator inibidor da decisão de compra, especialmente para viagens intermunicipais (FEI, 2024). Este fenômeno reflete não apenas a quantidade insuficiente de pontos de recarga, mas também sua distribuição geográfica concentrada.

Dados da ABVE indicam crescimento de 179% na infraestrutura de recarga entre 2023 e 2024 (Olhar Digital, 2024), sinalizando esforços de expansão. No entanto, a distribuição espacial permanece altamente desigual. As regiões Sul e Sudeste concentram a maior parte dos eletropostos, enquanto Norte e Nordeste apresentam cobertura insuficiente, criando verdadeiros "desertos de recarga" que inviabilizam viagens de longa distância (Portal Sustentabilidade, 2024). Estudos focados na localização ótima de estações de recarga rápida em rodovias são fundamentais para superar este desafio (Paixão e Abaide, 2023).

A predominância de carregadores lentos (nível 1 e 2) representa limitação adicional. Carregadores rápidos (DC fast charging), essenciais para rotas interurbanas, permanecem raros, especialmente fora dos principais eixos rodoviários. O tempo de recarga estendido (frequentemente superior a 4 horas para carga completa) contrasta negativamente com os poucos minutos necessários para abastecimento com combustíveis líquidos, afetando a percepção de conveniência (CNN Brasil, 2025). A implantação de microrredes dedicadas à recarga rápida, com integração de fontes renováveis e armazenamento, apresenta-

se como uma solução técnica e economicamente viável para este problema (Sausen et al., 2024; Paixão et al., 2025).

4.2 ASPECTOS ECONÔMICOS E ACESSIBILIDADE

O custo de aquisição de veículos elétricos permanece significativamente superior aos equivalentes com motor a combustão interna. Esta diferença, primariamente atribuível ao custo das baterias, restringe o mercado aos segmentos de maior poder aquisitivo, limitando a difusão ampla da tecnologia.

Embora o custo total de propriedade (*Total Cost of Ownership - TCO*) possa favorecer veículos elétricos em horizontes de uso prolongados, considerando economia com combustível e manutenção reduzida, a barreira inicial de preço constitui obstáculo concreto para consumidores com restrições orçamentárias ou acesso limitado a crédito em condições favoráveis. Análises de viabilidade econômica de estações de recarga também devem considerar este aspecto para garantir sustentabilidade financeira (Paixão et al., 2024).

A ausência de políticas consistentes de incentivo fiscal e financeiro no Brasil contrasta com experiências internacionais bem-sucedidas. Países como Noruega, Holanda e China implementaram subsídios diretos, isenções fiscais e benefícios como acesso a faixas exclusivas e estacionamento gratuito, impulsionando dramaticamente as taxas de adoção (IEA, 2023).

4.3 DESAFIOS REGULATÓRIOS E NORMATIVOS

A regulamentação brasileira para infraestrutura de recarga encontra-se em estágio de consolidação. Discussões sobre normas nacionais para instalação de pontos de recarga em estacionamentos de edifícios residenciais e comerciais avançam, com expectativa de publicação em 2025 (SINDUSCON-PR, 2024), porém a implementação enfrenta desafios práticos.

Edifícios residenciais, especialmente construções mais antigas, frequentemente carecem de capacidade elétrica para suportar múltiplos pontos de recarga simultâneos. *Upgrades* necessários envolvem custos substanciais e complexidade administrativa em condomínios, retardando a instalação de infraestrutura privada (CNN Brasil, 2025).

Nas rodovias concessionadas, a obrigatoriedade de instalação de eletropostos permanece em discussão. Questões sobre custos de implantação, modelos de remuneração e responsabilidades de investimento entre setor público e privado necessitam resolução para viabilizar expansão sistemática da rede de recarga rodoviária (Madrona Advogados, 2024). A definição de padrões técnicos, como o conector CCS2, e protocolos de comunicação é crucial para a interoperabilidade (ANEEL).

4.4 DIMENSÕES CONTINENTAIS E HETEROGENEIDADE REGIONAL

As dimensões territoriais brasileiras impõem desafios únicos. Distâncias extensas entre centros urbanos, particularmente nas regiões Norte e Centro-Oeste, exigem veículos com autonomia superior e densidade elevada de infraestrutura de recarga rápida ao longo das rodovias.

Esta realidade geográfica contrasta com mercados menores e mais densamente urbanizados, onde a eletrificação avança mais rapidamente. A heterogeneidade regional em termos de desenvolvimento econômico, qualidade de infraestrutura viária e distribuição demográfica adiciona complexidade à formulação de políticas nacionais uniformes, demandando estudos específicos de alocação e impacto (Paixão e Abaide, 2023).

5 POLÍTICAS PÚBLICAS E MARCOS REGULATÓRIOS

5.1 PROGRAMA ROTA 2030 E INCENTIVOS SETORIAIS

O Programa Rota 2030, instituído pela Lei nº 13.755/2018, representa o principal instrumento de política industrial para o setor automotivo brasileiro. O programa estabelece incentivos fiscais condicionados a investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação, incluindo tecnologias de eletrificação e eficiência energética.

Embora o Rota 2030 mencione veículos elétricos e híbridos, críticos argumentam que os incentivos permanecem insuficientes comparados a mercados concorrentes. A ausência de metas compulsórias de participação de veículos de emissão zero na produção nacional e de subsídios diretos ao consumidor limita a efetividade do programa em acelerar a transição (ANFAVEA, 2023).

5.2 TRIBUTAÇÃO E INCENTIVOS ESTADUAIS/MUNICIPAIS

Estados e municípios implementaram incentivos diversos, incluindo isenções de IPVA, desconto em IPTU para imóveis com pontos de recarga e tarifas preferenciais de estacionamento público. São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília destacam-se por pacotes de incentivos relativamente abrangentes.

No entanto, a fragmentação das políticas entre diferentes níveis de governo resulta em mosaico complexo de regulamentações, dificultando planejamento estratégico de longo prazo tanto para consumidores quanto para investidores em infraestrutura.

5.3 REGULAMENTAÇÃO DE RECARGA E PADRONIZAÇÃO

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) avança na regulamentação dos serviços de recarga, incluindo aspectos tarifários e requisitos técnicos. A definição de padrões técnicos, particularmente conectores (prevalência do padrão CCS2 no Brasil) e protocolos de comunicação, mostra-se crucial para interoperabilidade e redução de custos.

Discussões sobre modelos de negócio para operadores de pontos de recarga, incluindo questões de comercialização de energia e tributação específica, permanecem em evolução, com necessidade de marcos regulatórios mais consolidados para atrair investimentos privados em escala significativa.

6 PERSPECTIVAS FUTURAS E CENÁRIOS DE DESENVOLVIMENTO

6.1 PROJEÇÕES DE CRESCIMENTO DE MERCADO

Projeções da indústria indicam continuidade do crescimento acelerado. Caso a taxa de crescimento anual se mantenha nos patamares observados em 2024 (acima de 150% para BEVs), o mercado brasileiro atingirá o ponto de inflexão de 5% de participação em veículos novos ainda em 2025 ou 2026, iniciando fase de adoção *mainstream* (Power2Go, 2025).

Cenários mais conservadores, considerando potenciais choques econômicos ou restrições de oferta, estimam atingir 10-15% de participação de veículos elétricos em vendas de veículos novos até 2030. Cenários otimistas, assumindo políticas públicas agressivas e reduções substanciais de custos de baterias, projetam 25-30% de participação no mesmo horizonte temporal.

6.2 DESENVOLVIMENTO DA CADEIA PRODUTIVA NACIONAL

A verticalização da cadeia produtiva, incluindo fabricação local de baterias, motores elétricos e eletrônica de potência, representa oportunidade estratégica. Iniciativas como a instalação de *gigafábricas* de baterias no país, potencialmente aproveitando recursos minerais locais, podem transformar o Brasil de importador a exportador de componentes críticos.

Parcerias tecnológicas entre empresas brasileiras de mineração (especialmente CBMM no desenvolvimento de baterias com nióbio) e fabricantes globais de baterias podem posicionar o país como fornecedor preferencial de tecnologias avançadas de armazenamento energético, com aplicações além de veículos elétricos, incluindo sistemas estacionários para energia renovável.

6.3 INTEGRAÇÃO COM ENERGIA RENOVÁVEL E SMART GRIDS

A expansão dos veículos elétricos se integra sinergicamente com o desenvolvimento de redes elétricas inteligentes (*smart grids*) e expansão de fontes renováveis intermitentes (solar e eólica). Veículos elétricos podem funcionar como armazenamento distribuído de energia (*vehicle-to-grid* - V2G), contribuindo para estabilidade da rede e aproveitamento de excedentes de geração renovável (Paixão e Abaide, 2025).

Esta integração demanda avanços regulatórios, tecnológicos e de infraestrutura de medição e comunicação. Pilotos de V2G em andamento globalmente demonstram viabilidade técnica, mas modelos de negócio e aspectos regulatórios requerem maior maturação. Sistemas de gerenciamento de energia

(*Energy Management Systems - EMS*) para microrredes de recarga são ferramentas essenciais para essa integração (Danielsson et al., 2025; Paixão et al., 2025).

6.4 IMPACTOS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE

A eletrificação da frota veicular brasileira oferece potencial significativo de redução de emissões de gases de efeito estufa e poluentes atmosféricos locais, particularmente em centros urbanos onde a qualidade do ar constitui preocupação de saúde pública.

Estudos de Análise de Ciclo de Vida (ACV) específicos para condições brasileiras são necessários para quantificar precisamente os benefícios ambientais, considerando a matriz energética limpa do país, mas também os impactos da mineração de materiais para baterias e desafios de reciclagem ao fim da vida útil.

A gestão de baterias de veículos elétricos pós-uso emerge como desafio ambiental significativo. O desenvolvimento de cadeias de reciclagem eficientes e economicamente viáveis, recuperando lítio, cobalto, níquel e outros metais valiosos, mostra-se essencial para sustentabilidade de longo prazo da mobilidade elétrica.

6.5 TRANSFORMAÇÕES NO SETOR DE TRANSPORTE PÚBLICO E LOGÍSTICA

A eletrificação de frotas cativas, particularmente transporte público urbano e logística de última milha, apresenta viabilidade econômica superior à de veículos particulares devido a rotas previsíveis, infraestrutura de recarga dedicada e operação intensiva que maximiza economia operacional.

Diversas cidades brasileiras iniciaram projetos piloto de ônibus elétricos, incluindo São Paulo, Brasília e Curitiba. A expansão dessas iniciativas, potencialmente acelerada por políticas públicas direcionadas e financiamento de bancos de desenvolvimento, pode transformar substancialmente a qualidade do ar urbano e servir como catalisador para adoção em outros segmentos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transição para veículos elétricos no Brasil se encontra em estágio inicial, porém dinâmico, caracterizado por crescimento acelerado de mercado, emergência de infraestrutura de suporte e consolidação gradual de marcos regulatórios. O país possui vantagens competitivas únicas, particularmente recursos minerais estratégicos, matriz energética limpa e indústria automotiva estabelecida, posicionando-o favoravelmente para a eletrificação veicular.

No entanto, desafios substantivos persistem. A infraestrutura de recarga, embora em expansão, permanece insuficiente e geograficamente concentrada. Aspectos econômicos, incluindo custos de aquisição elevados e acesso limitado a financiamento, restringem a difusão ampla. Políticas públicas,

embora em evolução, carecem de articulação mais incisiva e recursos adequados para acelerar a transição no ritmo necessário para compromissos climáticos internacionais.

As perspectivas futuras dependem criticamente de ações coordenadas entre setor público, indústria e sociedade civil. Políticas de incentivo à adoção, investimentos em infraestrutura de recarga, desenvolvimento da cadeia produtiva nacional de baterias e componentes, e marcos regulatórios estáveis constituem elementos essenciais para viabilizar a transição.

O aproveitamento estratégico de recursos minerais, particularmente nióbio em baterias avançadas, pode transformar o Brasil de seguidor a líder em tecnologias específicas de eletrificação veicular. Esta oportunidade demanda investimentos sustentados em pesquisa e desenvolvimento, parcerias tecnológicas internacionais e visão de longo prazo que transcenda ciclos políticos e econômicos de curto prazo.

A eletrificação veicular no Brasil não constitui apenas imperativo ambiental, mas oportunidade de desenvolvimento industrial, geração de empregos qualificados e posicionamento competitivo em setor estratégico da economia do século XXI. A realização deste potencial exige, todavia, superação de barreiras identificadas mediante ações deliberadas e investimentos substanciais nos próximos anos críticos, com contínuo apoio à pesquisa aplicada e inovação tecnológica (Paixão e Abaide, 2025).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABVE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO. **Eletrificados superam previsões, passam de 170 mil e batem todos os recordes em 2024**. Disponível em: <https://abve.org.br>. Acesso em jan. 2026.

ADVFN NEWS. **Carros elétricos no Brasil: Frota chega a 7% e alcança recorde de vendas**. Janeiro 2025. Disponível em: <https://br.advfn.com/jornal/2025/01/carros-eletricos-no-brasil-frota-chega-a-7-e-alcanca-recorde-de-vendas>. Acesso em jan. 2026.

ANFAVEA - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2023**. 2023. Disponível em: <https://anfavea.com.br/site/wp-content/uploads/2023/04/ANUARIO-ANFAVEA-2023.pdf>. Acesso em dez. 2025.

CLIMAINFO. **Venda de carros elétricos cresce em 2024 e supera expectativas do setor no Brasil**. Janeiro 2025.

CNN BRASIL. **Carros eletrificados registram 85% de aumento nas vendas de 2024**. Janeiro 2025. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/auto/carros-eletrificados-registram-85-de-aumento-nas-vendas-de-2024/>. Acesso em dez. 2025.

CNN BRASIL. **Setor de carros elétricos enfrenta desafios de infraestrutura para crescer**. Setembro 2025. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/setor-de-carros-eletricos-enfrenta-desafios-de-infraestrutura-para-crescer/>. Acesso em nov. 2025.

DANIELSSON, G. H. *et al.* Rules-Based Energy Management System for an EV Charging Station Nanogrid: A Stochastic Analysis. **Energies**, v. 18, p. 26, 2025.

FEI - CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI. **Infraestrutura e recarga: os principais desafios para o carro elétrico no Brasil**. 2024. Disponível em: <https://portal.fei.edu.br/noticia/1778/infraestrutura-e-recarga-os-principais-desafios-para-o-carro-eletrico-no-brasil>. Acesso em dez. 2025.

IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Global EV Outlook 2023**. Paris: IEA Publications, 2023. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023>. Acesso em nov. 2025.

MADRONA ADVOGADOS. **A transição energética nas rodovias brasileiras: desafios e oportunidades**. 2024. Disponível em: <https://madronaadvogados.com.br/publicacoes/conhecimento-em-foco/a-transicao-energetica-nas-rodovias-brasileiras-desafios-e-oportunidades>. Acesso em out. 2025.

MESSAGIE, M.; BOUREIMA, F.; COOSEMANS, T.; MACHARIS, C.; MIERLO, J. V. A range-based vehicle life cycle assessment incorporating variability in the environmental assessment of different vehicle technologies and fuels. **Energies**, v. 7, n. 3, p. 1467-1482, 2014.

MINERAÇÃO SUSTENTÁVEL. **Bateria de carros elétricos pode ter mais de 300kg de minerais**. Outubro 2024. Disponível em: <https://mineracaosustentavel.org.br/bateria-de-carros-eletricos-pode-ter-mais-de-300kg-de-minerais/>. Acesso em jul. 2025.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Minerais são matérias-primas para confecção de baterias de carros elétricos**. Outubro 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/minerais-sao-materia-prima-para-confeccao-de-baterias-de-carros-eletricos>. Acesso em jul. 2025.

NOGUEIRA, T.; ANDRADE, M. F.; KUMAR, P. Life cycle greenhouse gas emissions of electric vehicles in Brazil: Analysis of different electricity mixes. **Energy**, v. 237, 121559, 2021.

OLHAR DIGITAL. **Infraestrutura de recarga de carros elétricos cresceu 179% no Brasil**. Outubro 2024. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2024/10/07/carros-e-tecnologia/infraestrutura-de-recarga-de-carros-eletricos-cresceu-179-no-brasil>. Acesso em jul. 2025.

PAIXÃO, J. L.; ABAIDE, A. R.; SAUSEN, J. P.; SILVA, L. N. F. Microrrede com FV, eólica e baterias para recarga de veículos elétricos. **Fotovolt**, v. 1, p. 28, 2023.

PAIXÃO, J. L. *et al.* Microgrids For Electric Vehicle Charging: Challenges, Opportunities, And Emerging Technologies. **IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM)**, v. 27, p. 35-45, 2025.

PAIXÃO, J. L.; ABAIDE, A. R. Uma análise hierárquica para escolher o local de instalação de uma microrrede de carregamento rápido de VEs. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 16, p. 11906-11926, 2023.

PAIXÃO, J. L.; ABAIDE, A. R. Energia Elétrica e Transição Energética: Uma Análise Técnico-Institucional à Luz da Pesquisa Aplicada. **Revista Tópicos**, v. 3, p. 1-28, 2025.

PAIXÃO, J. L.; ABAIDE, A. R. Fontes Renováveis e Matriz Energética: Uma Análise Considerando os Avanços em Microrredes e Veículos Elétricos. **Revista Tópicos**, v. 3, p. 1-25, 2025.

PAIXÃO, J. L.; ABAIDE, A. R. Sistemas Elétricos e Inovação Tecnológica. **Revista Tópicos**, v. 3, p. 1-29, 2025.

PAIXÃO, J. L. *et al.* Brazilian Electromobility: A Brief Overview and Early Outcomes from an R&D Project. In: **2024 Workshop on Communication Networks and Power Systems (WCNPS)**, 2024, Brasília. Anais... IEEE, 2024.

PETROSOLGAS. **Combinação de lítio e nióbio desenvolvida em Minas Gerais pode revolucionar o mercado de baterias**. Novembro 2023. Disponível em: <https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/litio-e-niobio-tecnologia-desenvolvida-em-minas-pode-revolucionar-mercado-de-baterias-eletricas>. Acesso em jun. 2025.

PODER360. **Frota de veículos no Brasil cresce 4% em 2024, diz levantamento**. Fevereiro 2025. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/poder-economia/frota-de-veiculos-no-brasil-cresce-4-em-2024-diz-levantamento/>. Acesso em jul. 2025.

PORTAL DA REPARAÇÃO. **Frota de veículos eletrificados cresce 28% no primeiro semestre de 2025 e ultrapassa 480 mil unidades no Brasil**. 2025. Disponível em: <https://portaldareparacao.com.br/frota-de-veiculos-eletrificados-cresce-28-no-primeiro-semester-de-2025-e-ultrapassa-480-mil-unidades-no-brasil/>. Acesso em jan. 2026.

PORTAL SUSTENTABILIDADE. **Infraestrutura de recarga para veículos elétricos gera desafios e oportunidades**. Setembro 2024. Disponível em: <https://portalsustentabilidade.com/2024/09/10/infraestrutura-de-recarga-para-veiculos-eletricos-gera-desafios-e-oportunidades/>. Acesso em dez. 2025.

POWER2GO. **O que esperar para 2025 com o crescimento dos carros elétricos no Brasil**. 2025. Disponível em: <https://www.power2go.com.br/post/o-que-esperar-para-2025-com-o-crescimento-dos-carros-el%C3%A9tricos-no-brasil>. Acesso em nov. 2025.

SAUSEN, J. P. *et al.* Power Management in Smart Parking Systems - Addressing Battery Degradation. In: **2024 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe (ISGT EUROPE)**, 2024, Dubrovnik. Anais... IEEE, 2024.

SINDUSCON-PR. **Carros elétricos demandam infraestrutura em empreendimentos e Brasil caminha para implantar normas para carregamento em garagens**. 2024. Disponível em: <https://sindusconpr.com.br/carros-eletricos-demandam-infraestrutura-em-empreendimentos-e-brasil-caminha-para--6313-p>. Acesso em jun. 2025.

SOVACOO, Benjamin K. *et al.* The demographics of decarbonizing transport: The influence of gender, education, occupation, age, and household size on electric mobility preferences in the Nordic region. **Global Environmental Change**, [S. l.], v. 52, p. 86-100, 2018. DOI <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.06.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095937801830030X>. Acesso em: 8 jan. 2026.