

Estratégias para veículos elétricos entre as principais montadoras: Comparando o Brasil com outros principais mercados

André Cieplinski, Guido Haytzmann, Ilma Fadhil, Chang Shen

INTRODUÇÃO

O mercado de veículos do Brasil ficou em 6º lugar nas vendas globais em 2023, com mais de 2,3 milhões de unidades vendidas.¹ Seu mercado de veículos leves (LDVs, do inglês *light-duty vehicles*) é dominado por montadoras tradicionais, lideradas por Stellantis, Volkswagen (VW) e General Motors (GM).² As empresas tradicionais assumiram compromissos ambiciosos em relação a metas de vendas de veículos elétricos (VEs)³ nos outros principais mercados mundiais de veículos, como Estados Unidos, União Europeia (UE), Reino Unido e China, estimuladas por regulamentações mais rígidas e incentivos.⁴ No Brasil, entretanto, muitas dessas montadoras estão buscando uma estratégia de descarbonização focada no desenvolvimento de veículos híbridos flex (gasolina-etanol), cujas emissões médias *do poço à roda* são substancialmente maiores do que as dos veículos elétricos a bateria (BEVs, de *battery electric vehicles*).⁵

- 1 International Organization of Motor Vehicle Manufacturers, *Sales Statistics* [Dataset], acessado em 19 de novembro de 2024, <https://www.oica.net/category/sales-statistics/>.
- 2 Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores, *Emplacamentos: Resumo Mensal Dezembro de 2023* (dezembro de 2023), <https://www.fenabrave.org.br/portalv2/Conteudo/Emplacamentos>.
- 3 Incluindo veículos elétricos a bateria e veículos elétricos híbridos plug-in.
- 4 Chang Shen et al., *Global Automaker Rating 2023* (Conselho Internacional de Transporte Limpo, 2024), <https://theicct.org/global-automaker-rating-2023/>.
- 5 Guido Haytzmann e André Cieplinski, *Tecnologias de Propulsão e Emissões de CO2e: Comparação de Veículos Elétricos e Híbridos no Brasil* (Conselho Internacional de Transporte Limpo, 2025), <https://theicct.org/publication/pt-tecnologias-de-propulsao-e-emissoes-de-co2e-mar25/>; Zamir Mera et al., *Comparison of the Life-Cycle Greenhouse Gas Emissions of Combustion Engine and Electric Passenger Cars in Brazil* (Conselho Internacional de Transporte Limpo, 2023), <https://theicct.org/publication/comparison-of-life-cycle-ghg-emissions-of-combustion-engines-and-electric-pv-brazil-oct23/>.

www.icctbrasil.org.br

comunicacao@theicct.org

linkedin.com/icct-brasil

Este resumo examina as estratégias de desenvolvimento e vendas de veículos elétricos que as montadoras estão buscando no Brasil, em comparação com os outros principais mercados globais de veículos. Exploramos especificamente como as montadoras priorizam a implementação de veículos elétricos nos outros principais mercados, enquanto continuam a se concentrar principalmente em veículos a combustão interna (VCIs), veículos elétricos híbridos suaves (MHEVs, de *mild hybrid electric vehicles*) e veículos elétricos híbridos convencionais (HEVs, de *hybrid electric vehicles*) no Brasil. Essa análise contextualiza as abordagens das montadoras na transição global para os veículos de emissão zero (ZEVs, de *zero-emission vehicles*) e a eficácia das atuais políticas públicas do Brasil no que diz respeito ao desenvolvimento do mercado de ZEVs no país.

A próxima seção examina o contexto das políticas públicas no Brasil, destacando a promoção do etanol como alternativa à gasolina para LDVs e os recentes esforços para desenvolver o mercado de ZEVs. Em seguida, comparamos o mercado de veículos elétricos no Brasil com os seis mercados analisados na *Global Automaker Rating 2023* do ICCT: China, Europa,⁶ Estados Unidos, Japão, Índia e República da Coreia.⁷ Em seguida, avaliamos as diferenças entre os compromissos declarados para ZEVs das montadoras no Brasil e nos outros principais mercados, assim como comparamos as emissões de gases de efeito estufa (GEE) no ciclo de vida *do poço à roda* de BEVs, HEVs e veículos elétricos híbridos plug-in (PHEVs, de *plug-in hybrid electric vehicles*) no Brasil com os de BEVs nesses outros mercados. Encerramos com sugestões de políticas públicas baseadas em nossos resultados.

CONTEXTO E ENQUADRAMENTO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Após a crise do petróleo de 1973, o Brasil instituiu o programa Proálcool, fomentando o aumento da produção de etanol de cana-de-açúcar e o desenvolvimento de automóveis de passageiros movidos a etanol.⁸ Apesar do sucesso inicial, os carros movidos somente a etanol perderam terreno no mercado brasileiro durante os anos 1980 aos 1990.⁹ No entanto, durante a década de 2000, as montadoras começaram a comercializar veículos flex a etanol (E100) e gasolina (E27), que agora compreendem cerca de 80% da frota de LDVs circulante do Brasil.¹⁰ Os veículos flex podem ter emissões de GEE mais baixas do que os movidos exclusivamente a gasolina, devido às emissões relativamente baixas do etanol de cana-de-açúcar do Brasil. No entanto, seu potencial real de mitigação de GEE depende da escolha do combustível pelos consumidores e, conseqüentemente, dos preços dos combustíveis. No ano de 2023, o E100 representava 36,7% (em volume) do combustível utilizado nos veículos flex, enquanto o E27 representava 63,3%.¹¹ Desta forma, o etanol forneceu cerca de metade do combustível total consumido pelos veículos com motor de ignição por centelha em 2023, ou um terço do seu consumo de energia.

6 Os dados europeus incluem vendas de veículos na UE, nos Estados-membros da Associação Europeia de Livre Comércio e no Reino Unido.

7 Shen et al., *Global Automaker Rating 2023*. Esta análise foi realizada antes da publicação da *Global Automaker Rating 2024/2025*; esta nova edição do relatório segue a mesma estrutura de avaliação e avalia as mesmas 21 montadoras da edição de 2023.

8 Manfred Nitsch, "The Proálcool Biofuels Program in the Context of the Brazilian Energy Strategy," *Brazilian Journal of Political Economy* 11, no. 2 (1991): 274-299, <https://doi.org/10.1590/0101-31571991-0712>.

9 Evidence and Lessons from Latin America, *The Story of Brazil's Ethanol Programme* (2013), https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a08a08ed915d622c00050b/130806_ENV_BraEthPro_GUIDE.pdf.

10 Boston Consulting Group, *Avançando nos Caminhos da Descarbonização Automotiva no Brasil* (2024), <https://www.bcg.com/publications/2024/brasil-avancando-nos-caminhos-da-descarbonizacao-automotiva-no-brasil>.

11 Empresa de Pesquisa Energética (EPE), *Nota Técnica: Descarbonização do Setor de Transporte Rodoviário, Intensidade de Carbono das Fontes de Energia* (2025), https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-708/topico-770/NT-EPE-DPG-SDB-2025-03_Intensidade_de_Carbono_Transporte_Rodovi%C3%A1rio.pdf.

Em 2023, o governo anunciou o Programa de Mobilidade Verde e Inovação (MOVER), que regula as emissões dos veículos novos e fornece incentivos para a produção de veículos de baixa emissão. Promulgado em 2024, o programa inclui subsídios para a produção de híbridos flex até 2026.¹² Seu lançamento desencadeou uma rodada inédita de investimentos na indústria automotiva brasileira: 14 montadoras anunciaram mais de R\$ 130 bilhões em investimentos no país até 2030.¹³ No entanto, apesar do objetivo do Programa MOVER de reduzir as emissões de veículos novos e ajudar a alcançar a meta de neutralidade de carbono do Brasil até 2050, o que exigirá uma rápida aceleração da adoção dos ZEVs, a maioria desses anúncios implicou novos investimentos na produção de VCI flex.¹⁴ Além disso, mesmo as montadoras com compromissos firmes de introduzir ZEVs em outros mercados parecem estar adotando, no Brasil, estratégias que priorizam primeiro os híbridos. Tudo isso sugere que pode ser necessária uma orientação de políticas mais clara ou a adoção de regulamentações que garantam a introdução de ZEVs.

Ao contrário dos governos de alguns outros mercados líderes, o governo do Brasil não oferece subsídios diretos para a compra de veículos elétricos, embora tenha procurado incentivar a adoção desses veículos por meio de isenções fiscais e outros incentivos. Mais recentemente, um decreto de 2025 ajustou as alíquotas do Imposto sobre Produtos Industrializados dos veículos com base em seu trem de força, reduzindo igualmente os impostos sobre BEVs e PHEVs flex, concedendo reduções menores para outras tecnologias de híbridos flex e aumentando as alíquotas em modelos exclusivos a gasolina e diesel, incluindo HEVs e PHEVs exclusivos a gasolina.¹⁵

Entre 2022 e 2024, a participação de mercado de BEVs no Brasil aumentou de 0,3% para 2,5%, enquanto a participação do PHEVs cresceu de 0,4% para 2,5%.¹⁶ A chegada de novas montadoras resultou em um aumento nas vendas de veículos elétricos, devido à maior cobertura de segmentos e à disponibilidade de novos modelos, incluindo três modelos com preços abaixo da média dos carros de passeio no Brasil. Mesmo com a participação nas vendas de veículos elétricos atingindo 6,5% no primeiro semestre de 2025, o Brasil ainda está atrás dos outros principais mercados na adoção de veículos desta categoria. No primeiro semestre de 2024, os veículos elétricos representaram 37% das novas vendas de LDVs na China, 18% na UE e 9% nos Estados Unidos. Cerca de 17% de todos os LDVs vendidos no mundo no primeiro semestre de 2024 foram veículos elétricos, totalizando mais de 7 milhões de veículos.¹⁷

12 Lei Nº 14.902, de 27 junho de 2024, https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/l14902.htm.

13 EPE, *Eletromobilidade: Transporte Rodoviário* (agosto de 2024), <https://theicct.org/wp-content/uploads/2023/10/Brazil-LDV-LCA-report-A4-v7.pdf>.

14 “Mover Estimulou Investimentos de R\$ 67 Bilhões”, *Autodata*, 4 de abril 4 de 2024, <https://www.autodata.com.br/noticias/2024/04/04/mover-estimulou-investimentos-de-r-67-bilhoes/70245/>; “Toyota Confirma Investimento de R\$ 11 Bilhões em Sorocaba e Porto Feliz”, *Autodata*, 5 de março de 2024, <https://www.autodata.com.br/noticias/2024/03/05/toyota-confirma-investimento-de-r-11-bilhoes-em-sorocaba-e-porto-feliz/68715/>; “Stellantis Investirá R\$ 30 Bilhões nos Próximos 5 Anos no Brasil”, *Autodata*, 6 de março de 2024, <https://www.autodata.com.br/noticias/2024/03/06/stellantis-investira-r-30-bilhoes-nos-proximos-5-anos-no-brasil/68756/>; André Catto, “Híbridos Flex: Por Que a Tecnologia Está no Centro dos R\$ 117 Bilhões de Investimentos das Montadoras”, *Globo.com*, 9 de março de 2024, <https://g1.globo.com/carros/noticia/2024/03/09/hibridos-flex-por-que-a-tecnologia-esta-no-centro-dos-r-117-bilhoes-de-investimentos-das-montadoras.ghtml>; GM, “GM Investe R\$ 5,5 Bilhões em São Paulo e Vai Produzir Veículos Híbridos Flex”, nota de imprensa, 4 de setembro de 2024, <https://news.chevrolet.com.br/newsroom.detail.html/Pages/news/br/pt/2024/aug/0904-investe.html>; “Toyota e Renault Colocam as Suas Fichas nos Híbridos Flex”, *Autodata*, 21 de outubro de 2024, <https://www.autodata.com.br/noticias/2024/10/21/toyota-e-renault-colocam-as-suas-fichas-nos-hibridos-flex/79453/>.

15 Decreto Nº 12.549, de 10 de julho de 2025, <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=11/07/2025&jornal=515&pagina=1&totalArquivos=291>

16 André Cieplinski, *Evolução Recente do Mercado Brasileiro de Veículos Leves: A Chegada de Elétricos e Híbridos (2021-2024)* (Conselho Internacional de Transporte Limpo, 2024), <https://theicct.org/publication/evolucao-recente-do-mercado-brasileiro-de-veiculos-leves-a-chegada-de-eletricos-e-hibridos-2021-2024-dec24/>.

17 Ilma Fadhil e Chang Shen, *Global Electric Vehicle Market Monitor for Light-Duty Vehicles in Key Markets, 2024 H1* (Conselho Internacional de Transporte Limpo, 2024), <https://theicct.org/publication/global-ev-market-monitor-ldv-2024-h1-dec24/>.

COMPARAÇÃO DO MERCADO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS: BRASIL E OUTROS PRINCIPAIS MERCADOS, 2023

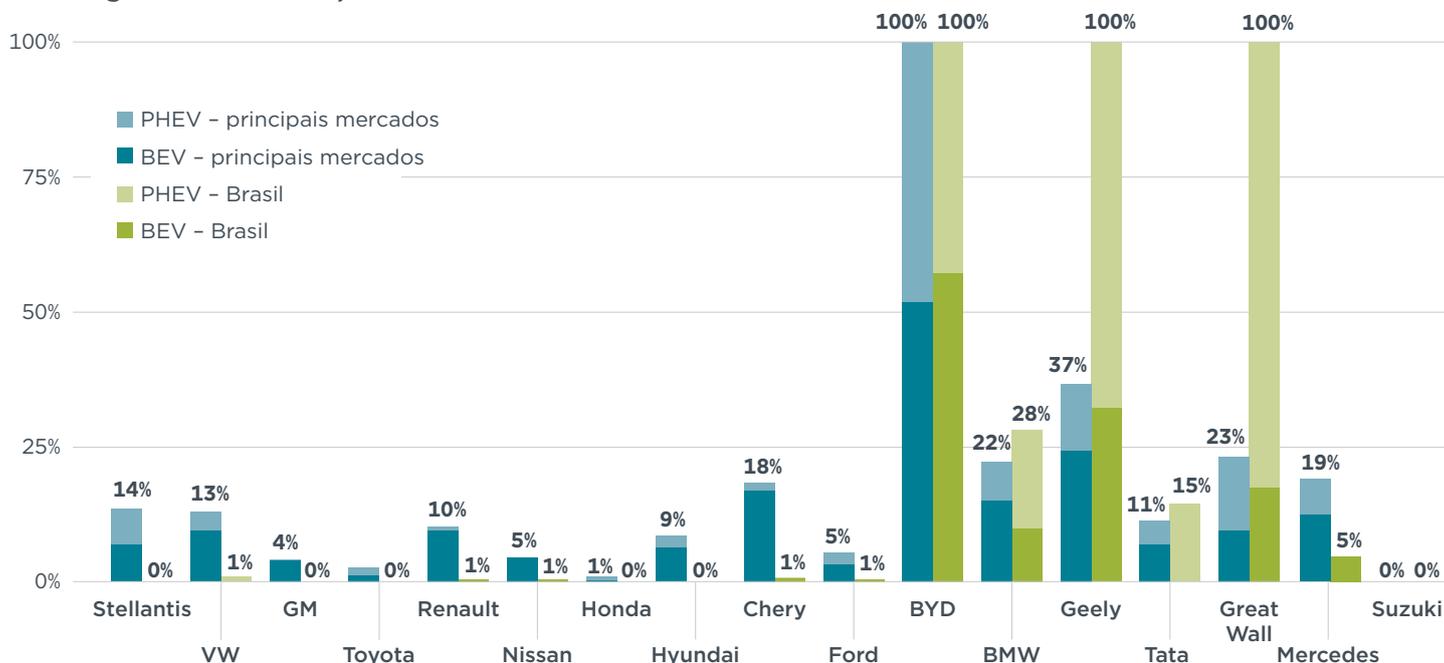
Esta seção compara o progresso das montadoras na eletrificação de suas ofertas de veículos no Brasil e nos seis mercados de veículos avaliados na *Global Automaker Rating 2023* do ICCT: China, Europa, Estados Unidos, Japão, Índia e República da Coreia. Primeiramente, é mostrado que, para as 10 maiores montadoras do Brasil em 2023, a participação de vendas de veículos elétricos (ou seja, a fatia de veículos elétricos em relação ao total de vendas de LDVs) foi menor no Brasil do que a média nos outros seis mercados. Em segundo lugar, é mostrado que das 17 montadoras consideradas na *Global Automaker Rating* que venderam veículos no Brasil em 2023,¹⁸ todas apresentaram uma cobertura de segmentos de BEVs menor no Brasil do que nos demais grandes mercados,¹⁹ e apenas cinco ofereciam veículos elétricos em tantos segmentos quanto ofereciam VCI. A seção se encerra com uma comparação da autonomia dos veículos elétricos no Brasil em relação a outros principais mercados.

PARTICIPAÇÃO DE MERCADO DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

A Figura 1 compara as participações de mercado de BEVs e PHEVs para as 17 montadoras em 2023 no Brasil (verde) e suas médias nos outros seis principais mercados (azul). Barras mais escuras representam BEVs, enquanto barras mais claras representam PHEVs. As porcentagens no topo de cada barra indicam a participação combinada de vendas de veículos elétricos (BEV e PHEV) daquele fabricante no Brasil ou nos outros principais mercados. As montadoras estão ordenadas da maior (à esquerda) para a menor (à direita) em vendas no Brasil em 2023.

Figura 1

Participação de mercado de veículos elétricos por montadora, Brasil vs. média dos demais grandes mercados, 2023



CONSELHO INTERNACIONAL DE TRANSPORTE LIMPO [THEICCT.ORG](https://www.theicct.org)

¹⁸ A *Global Automaker Rating 2023* avaliou as 21 maiores montadoras em vendas globais de LDV, das quais 17 registraram vendas no Brasil em 2023.

¹⁹ Exclui a Suzuki, que não ofereceu nenhum BEV no Brasil nem em outros mercados.

As vendas de veículos elétricos no Brasil em 2023 foram altamente concentradas entre três montadoras sediadas na China: BYD, Geely e Great Wall. As três ofereciam exclusivamente veículos elétricos no Brasil, embora com diferentes proporções de BEVs e PHEVs. Na participação de vendas de BEVs, a BYD liderou com uma participação de 57% de BEVs e 43% de PHEVs, seguida pela Geely (32% de BEVs; 68% de PHEVs) e Great Wall (17% de BEVs; 83% de PHEVs). Em contraste, as seis principais montadoras do Brasil em vendas absolutas de LDVs (Stellantis, VW, GM, Toyota, Renault e Nissan) tinham pouca ou nenhuma presença nos mercados de BEVs e PHEVs do país. Entre as marcas europeias, apenas a BMW alcançou uma participação de mercado de BEVs acima de 10%, o que indica um engajamento ainda limitado das montadoras tradicionais no mercado de veículos elétricos do Brasil.

As participações médias de vendas de veículos elétricos nos seis principais mercados parecem mais equilibradas entre as montadoras, com uma maior variedade de montadoras registrando participações dentro ou perto dos dois dígitos. A BYD obteve uma média de 52% de participação de BEVs e 48% de PHEVs nos outros principais mercados, refletindo sua estratégia consistente para veículos elétricos em todas as regiões. A Geely, que vende exclusivamente veículos elétricos no Brasil por meio de suas subsidiárias Volvo Cars e Zeekr, registrou uma participação de 24% de BEVs e 12% de PHEVs em outros principais mercados.

As montadoras europeias mostraram um foco mais forte nos veículos elétricos em outros mercados, com a VW, Renault, BMW e Mercedes-Benz alcançando, cada uma, participações médias de BEVs acima de 10%. A Stellantis teve um resultado similar com participação de 7% em BEVs. As montadoras japonesas e coreanas ficaram atrás das europeias na participação média de vendas de veículos elétricos nos outros principais mercados, mas ainda assim venderam menos veículos elétricos no Brasil. Por outro lado, além da Geely e da Great Wall, que vendem apenas veículos elétricos no Brasil, a BMW e a Tata Motors (por meio de suas marcas Jaguar e Land Rover) tiveram maiores participações de vendas de veículos elétricos no Brasil do que em outros principais mercados.

COBERTURA DE SEGMENTOS

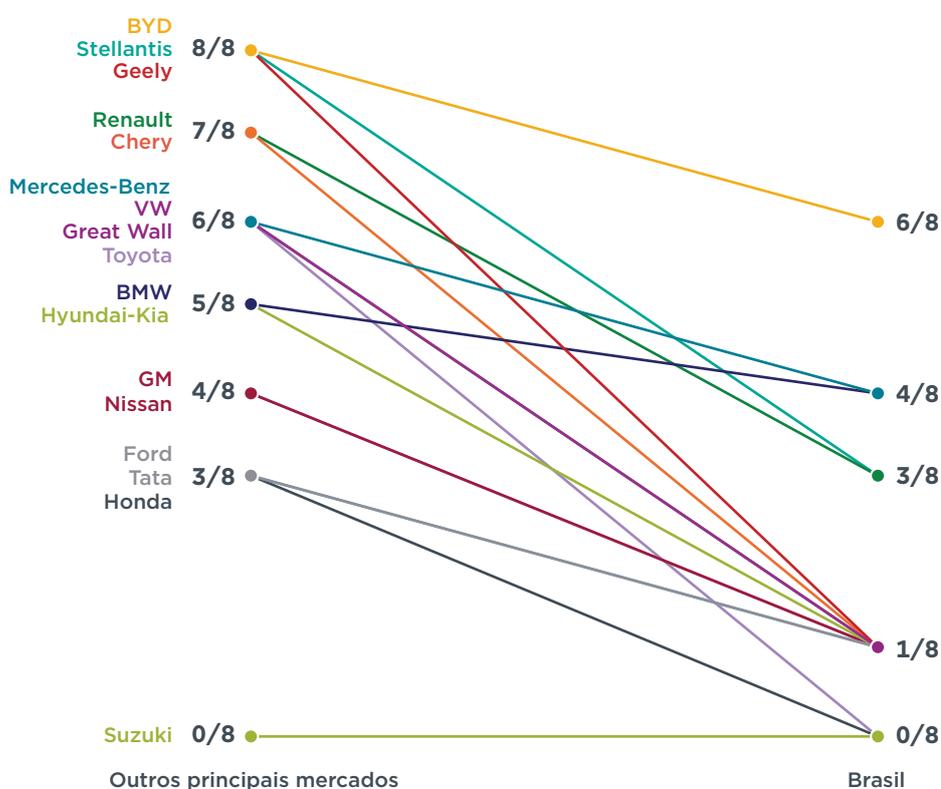
A cobertura de segmentos mede a gama de categorias de veículos que cada fabricante oferece. Uma cobertura mais ampla de segmentos indica maior investimento em diferentes tecnologias veiculares, o que permite às montadoras alcançarem uma base de clientes mais ampla à medida que o mercado de veículos elétricos cresce, ampliando as opções disponíveis aos consumidores.

Neste estudo, os LDVs são divididos em oito segmentos com base na *Global Automaker Rating* do ICCT. Os carros de passeio (CPs) são subdivididos em cinco segmentos: mini/subcompacto (por exemplo, MINI Cooper, Fiat 500), compacto (por exemplo, Nissan Leaf, GWM Ora 03), médio (por exemplo, Tesla Model 3, BYD Seal), grande (por exemplo, Mercedes-Benz EQE Sedan) e SUV (por exemplo, VW ID.4). Os veículos comerciais leves (LCVs) são subdivididos em três segmentos: pequenos (por exemplo, Fiat E-Scudo), médios (por exemplo, Renault Kangoo E-Tech) e grandes (por exemplo, Ford E-Transit). Detalhes sobre essas classificações são fornecidos no Apêndice B.

Para cada montadora, a cobertura de segmentos no Brasil foi calculada como a parcela de segmentos de veículos em que ela oferece ao menos um modelo BEV no mercado brasileiro. De forma análoga, a cobertura de segmentos nos demais grandes mercados corresponde à proporção de segmentos em que a montadora disponibiliza pelo menos um modelo em qualquer um dos principais mercados, pela definição da *Global Automaker Rating* do ICCT. Essa comparação ajuda a avaliar a diversidade de ofertas de BEVs no Brasil em relação ao que cada fabricante disponibilizou em outros mercados.

A Figura 2 compara a cobertura dos BEVs das principais montadoras no Brasil versus nos demais grandes mercados. Para todas as montadoras, a cobertura do segmento BEV foi menor no Brasil, exceto para a Suzuki, que não ofereceu nenhum BEV no país ou em outros principais mercados. A BYD tinha a cobertura mais ampla do Brasil, cobrindo seis dos oito segmentos de LDVs, em comparação com sua cobertura de todos os segmentos de LDVs (oito de oito) nos demais grandes mercados. Algumas montadoras europeias também tiveram um desempenho relativamente bom, com Mercedes-Benz e BMW cobrindo quatro segmentos de LDVs no Brasil, contra seis (Mercedes-Benz) e cinco (BMW) nos demais grandes mercados. Outras montadoras tinham lacunas de cobertura mais amplas. Por exemplo, a Stellantis tinha cobertura de todos os segmentos nos principais mercados, mas cobria apenas três segmentos no Brasil. A VW obteve a menor pontuação entre as montadoras europeias, cobrindo apenas um segmento de LDV no Brasil, em comparação com seis segmentos nos demais grandes mercados.

Figura 2
Cobertura dos segmentos por BEVs nos outros principais mercados e no Brasil, 2023



CONSELHO INTERNACIONAL DE TRANSPORTE LIMPO [THEICCT.ORG](https://www.theicct.org)

As montadoras sediadas na China, com exceção da BYD, se destacaram pelas lacunas de cobertura entre o Brasil e os demais grandes mercados. Geely, Great Wall e Chery cobriram um único segmento no Brasil, mas pelo menos seis segmentos nos demais grandes mercados. A Geely teve a maior lacuna entre as montadoras, oferecendo BEVs em um segmento no Brasil, mas em todos os oito segmentos em outros mercados. A Toyota vem em seguida, não oferecendo BEVs no Brasil, mas seis segmentos nos demais grandes mercados.

A Tabela 1 ilustra a cobertura de segmentos no Brasil por trem de força entre as 17 montadoras. A presença de um círculo colorido indica a disponibilidade de pelo menos um modelo desse trem de força, com BEVs em roxo, PHEVs em amarelo e VCI em cinza. A linha inferior mostra o número total de montadoras que oferecem veículos em cada segmento por tipo de trem de força, e a coluna mais à direita mostra o número de segmentos que cada fabricante abrange em diferentes tipos de trem de força.

Tabela 1

Cobertura de segmentos no Brasil por montadora e trem de força, 2023

Montadora	Cobertura de segmentos								Total (de 8 classes)
	CP - Subcompacto	CP - Compacto	CP - Médio	CP - Grande	CP - SUV	LCV - Pequeno	LCV - Médio	LCV - Grande	
Stellantis	●●	●●	●		●●	●	●●	●	7 3 1
VW	●	●	●●	●●●	●●			●	6 1 3
GM		●●	●	●	●			●	5 1 0
Toyota		●	●	●	●●			●	5 0 1
Renault	●●	●●	●		●	●		●	5 3 0
Nissan		●●	●		●			●	4 1 0
Honda		●	●		●			●	3 0 0
Hyundai-Kia	●	●●			●		●		5 1 0
Chery	●		●		●●			●	2 1 1
Ford		●	●●						3 1 0
BYD	●	●	●	●	●●		●	●	0 6 1
BMW	●●	●●●	●●●	●●	●●				4 4 4
Geely					●●				0 1 1
Tata Motors		●		●	●●				3 1 1
Great Wall		●			●●				1 1 1
Mercedes-Benz		●●	●●	●●	●●				5 4 0
Suzuki	●								1 0 0
Total (de 17 montadoras)	6 5 0	12 9 1	11 4 2	5 4 2	13 4 9	2 2 0	2 2 0	9 0 0	

● VCI ● BEV ● PHEV

Nota: HEVs e MHEVs estão incluídos em VCIs, representados pelos círculos cinza.

A maioria das montadoras no Brasil continua contando com VCIs. Sete das 17 montadoras cobriram pelo menos cinco dos oito segmentos entre os VCIs. As montadoras europeias lideraram a cobertura do segmento de VCI, com a Stellantis cobrindo sete segmentos, a VW seis e a Renault e a Mercedes-Benz cinco cada. GM, Toyota e Hyundai-Kia também tinham ampla cobertura de VCI, cada uma cobrindo cinco segmentos.

Em comparação com os BEVs, a cobertura de segmentos em PHEVs é ainda mais limitada no Brasil, com apenas algumas montadoras (principalmente europeias) representadas nesse segmento. A BMW liderou, cobrindo quatro segmentos de PHEVs, seguida pela VW com três. Mais da metade das montadoras avaliadas neste estudo não ofereciam nenhum modelo de PHEV no Brasil.

A Tabela 1 mostra uma maior cobertura de segmentos de BEVs em segmentos menores, como CPs subcompactos e compactos. A disponibilidade de PHEVs, em contraste, está concentrada entre SUVs. Para LCVs, a cobertura de segmentos de BEVs e PHEVs no Brasil ainda é limitada. No geral, a análise da cobertura de segmentos sugere que os VCIs continuam sendo o principal foco no Brasil para as montadoras globais, com diversificação limitada em ofertas de BEVs ou PHEVs.

AUTONOMIA

A autonomia dos veículos elétricos no Brasil e em outros principais mercados foram calculadas com base nos valores de homologação do Procedimento Mundial Harmonizado de Teste de Veículos Leves (WLTP, de *Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure*). Para cada montadora, a autonomia média da frota foi determinada a partir da média ponderada da autonomia de cada modelo, considerando seu respectivo número de vendas.

Houve diferenças consideráveis na autonomia de veículos elétricos entre o Brasil e os demais grandes mercados, mas a magnitude e a direção dessas lacunas variaram entre as 17 montadoras, sem que se identificasse um padrão claro. Conforme mostrado na Figura 3, das 13 montadoras que venderam BEVs no Brasil, oito tinham autonomies médias da frota mais altas no Brasil. ²⁰ Três montadoras venderam BEVs de autonomia substancialmente maior no Brasil do que em outros principais mercados: a Tata Motors liderou com 471 km no Brasil contra 334 km nos demais grandes mercados (+41%), seguida pela Chery com 282 km no Brasil contra 209 km (+35%) e Geely com 466 km no Brasil contra 367 km (+27%). Em contrapartida, três montadoras apresentaram autonomies médias da frota mais baixas no Brasil do que em outros principais mercados: BMW com 441 km versus 495 km (-11%), VW com 424 km versus 483 km (-11%) e Hyundai-Kia com 360 km versus 432 km (-17%).

Figura 3

Autonomia por montadora: Brasil vs. média dos outros principais mercados, 2023



Nota: Na figura, a autonomia representa a autonomia média para cada montadora, calculada usando a autonomia pela referência do WLTP e ponderada por vendas de cada modelo.

CONSELHO INTERNACIONAL DE TRANSPORTE LIMPO [THEICCT.ORG](https://www.theicct.org)

²⁰ Os valores descritos nesta seção e apresentados na Figura 3 refletem a autonomia de homologação. O programa de etiquetagem do Brasil reduz as autonomies de homologação em 30% para refletir as condições reais de uso. Para tornar os dados do Brasil comparáveis aos dos principais mercados, dividimos os valores de homologação dos veículos brasileiros por 0,7.

Entre as sete montadoras que venderam PHEVs no Brasil, três ofereceram autonomias médias notavelmente mais altas em comparação com os outros principais mercados. A Great Wall liderou com 166 km no Brasil versus 112 km nos outros principais mercados (+49%), seguida pela Tata Motors com 69 km versus 52 km (+33%) e BMW com 75 km versus 68 km (+11%). Em contraste, quatro montadoras tinham autonomias médias de PHEVs mais baixas no Brasil; estes foram liderados pela BYD, cuja autonomia dos PHEVs de 40 km no Brasil foi 49% menor do que sua autonomia de 79 km nos principais mercados, seguida pela Stellantis (43 km vs. 54 km, -21%), Geely (76 km vs. 87 km, -12%), e VW (51 km vs. 53 km, -4%).

Múltiplos fatores podem contribuir para a variação nas autonomias entre o Brasil e os outros principais mercados, incluindo as preferências dos consumidores e a dinâmica competitiva entre as montadoras. No entanto, a ausência de um padrão claro também pode refletir diferenças nas estratégias e prioridades das montadoras entre os mercados. Por exemplo, algumas montadoras alcançaram autonomias mais altas no Brasil oferecendo exclusivamente marcas premium no país. Durante o período do estudo, a Geely vendeu apenas modelos Volvo Cars no Brasil, enquanto a Tata Motors vendeu apenas veículos da Jaguar e Land Rover.

ESTRATÉGIAS DIVERGENTES DE ELETRIFICAÇÃO: COMPARANDO OS COMPROMISSOS DAS MONTADORAS NO BRASIL E NOS OUTROS PRINCIPAIS MERCADOS

Muitas montadoras globais anunciaram compromissos de eletrificação como parte dos seus esforços de descarbonização, com algumas estabelecendo metas de emissões líquidas zero. Os compromissos das montadoras são influenciados por regulamentações, à medida que mais governos, especialmente nos principais mercados de veículos, buscam reduzir a dependência dos VCI e eletrificar as frotas, de modo a descarbonizar os setores de transporte rodoviário em conformidade com as metas do Acordo de Paris. Por esse motivo, algumas montadoras podem ter metas ambiciosas em certos mercados e metas mais fracas ou inexistentes em outros, especialmente naqueles com regulamentações de emissões menos rigorosas.

A Tabela 2 resume as metas anunciadas de vendas de veículos elétricos das 17 montadoras consideradas neste estudo. As metas refletem os anúncios até 2024 e são organizadas por escopo: específico para o Brasil, específico para um (ou mais) dos outros principais mercados na *Global Automaker Rating* do ICCT, ou aplicável globalmente. A tabela apresenta as vendas de LDVs em 2023 de cada montadora no Brasil e, se aplicável, a participação de vendas e o ano-alvo associados a cada compromisso.

Tabela 2**Metas para veículos elétricos das montadoras no Brasil, no mundo e nos outros principais mercados**

Montadora	Vendas em 2023 no Brasil	Brasil		Global		Outros principais mercados				Ano
		Meta	Ano	Meta	Ano	Estados Unidos	Europa	China	Outros	
Stellantis	681,932					50%	100%			2030
VW	358,807					55%	80%	50%		2030
GM	328,205					100%	100%	100%	100%	2035
Toyota	193,171			32%	2030					
Hyundai	191,141	30%	2030	36%^	2030		100%			2035
Renault	125,789						100%			2035
Nissan	72,559			40%	2030					
Honda	72,055			100%	2040			100%		2035
Chery	31,481			40%*	2025					
Ford	28,039					100%	100%	100%	100%	2035
BYD	17,947			100%*	2023					
BMW	16,704			50%	2030					
Great Wall	11,479			80%*	2025					
Mercedes-Benz	8,715			50%*	2030	100%	100%	100%	100%	2035
Geely (Volvo Cars)	8,190	90%*	2030	90%*	2030					
Tata Motor (Jaguar Land Rover)	5,385			100%^	2025	100%^	100%^	100%^	100%^	2035
Suzuki	986						80%		15%-20%^	2030

Notas: Nos principais mercados, "Outros" incluem a Índia, o Japão e a República da Coreia.

* significa que as metas incluem PHEVs.

^ indica metas específicas da marca ou do mercado. A Hyundai, subsidiária da Hyundai-Kia, estabeleceu uma meta de 80% de vendas de ZEVs até 2040. As subsidiárias da Tata Motors têm metas de ZEVs separadas: a Jaguar tem uma meta global de 100% de ZEVs até 2025 e a Land Rover tem uma meta global de 100% de ZEVs até 2035. Adicionalmente, a Suzuki tem metas para ZEVs específicas para cada uma de três regiões: 80% até 2030 na União Europeia, 20% até 2030 no Japão e 15% até 2030 na Índia.

Cada uma das 17 montadoras consideradas neste estudo definiu metas de participação ou vendas de veículos elétricos globalmente ou em um ou mais dos outros principais mercados. Além da BYD, que já produz apenas veículos elétricos, oito montadoras estabeleceram metas de 100% de ZEVs para pelo menos uma marca globalmente ou nos mercados líderes até 2040. Isso inclui várias montadoras tradicionais. A Jaguar (Tata Motors) e a Lexus (Toyota)²¹ estão visando 100% de ZEVs globalmente até 2025 e 2030, respectivamente, enquanto a Hyundai e a Honda pretendem atingir 100% de ZEVs até 2040. A Audi (VW) está visando 100% de ZEVs, exceto na China, até 2033, enquanto a GM, a Ford, a Mercedes-Benz e a Land Rover (Tata Motors), como signatárias da Declaração de Glasgow sobre Carros e Ônibus de Emissão Zero (*ZEV Declaration*), estabelecem a meta de atingir 100% de ZEVs nos principais mercados até 2035.

As maiores montadoras globais, como Stellantis, VW Group e Toyota, atualmente não têm metas globais de 100% de ZEVs e, em vez disso, anunciaram metas de médio prazo para mercados ou marcas específicas. Por exemplo, a Stellantis, montadora com maior participação de mercado no Brasil, se comprometeu a atingir 100% de ZEVs para

21 As metas para a Lexus e para a Audi, discutidas na próxima frase, não estão apresentadas na Tabela 2.

carros de passeio na Europa e 50% de ZEVs para veículos leves nos Estados Unidos até 2030. A VW visa 80% de ZEVs para automóveis de passageiros na Europa, 55% para LDVs na América do Norte e 50% na China até 2030. As metas diferem para outras marcas do Grupo VW, incluindo Škoda (70% de ZEVs globalmente até 2030) e Porsche (80% de ZEVs globalmente até 2030). A Toyota anunciou uma meta de vendas de 3,5 milhões de ZEVs até 2030—representando cerca de 32% da produção projetada de veículos em 2030, de acordo com estimativas do ICCT—ao mesmo tempo em que prioriza híbridos e PHEVs na maioria dos mercados.²²

As montadoras sediadas na China, que lideraram a transição de veículos elétricos no Brasil, anunciaram metas globais de participação de vendas de EVs com diferentes níveis de ambição. Além da BYD, a única fabricante chinesa totalmente elétrica considerada no estudo, a Geely (Volvo Cars) estabeleceu uma meta de 90% de vendas de EVs globalmente até 2030, a Great Wall tem como meta 80% de vendas de EVs até 2025 e a Chery tem como meta 40% de vendas de EVs até 2025. As metas para todos as quatro montadoras incluem BEVs e PHEVs.

Em contrapartida, das 17 montadoras consideradas neste estudo, nenhuma definiu explicitamente metas para ZEVs no Brasil. A Volvo Cars confirmou que sua meta global de 90% de vendas de ZEVs até 2030 se aplica ao Brasil.²³ Enquanto isso, a marca Hyundai desagregou sua meta global de 36% de vendas de ZEVs até 2030 por mercado: 100% na Europa, 33% nos Estados Unidos, 12% na República da Coreia e 30% em “outros” mercados, que podem incluir o Brasil.

Além disso, algumas montadoras sinalizaram uma ênfase contínua nos motores a combustão no Brasil e em outros mercados, apesar das metas ambiciosas de eletrificação nas economias avançadas. Em 2024, a Stellantis, maior produtora de veículos do Brasil, anunciou um plano de investimento de € 5,6 bilhões (R\$ 30 bilhões) para a América do Sul no período de 2025-2030, com foco no avanço das tecnologias híbridas com biocombustível, que combinam a eletrificação com motores flex a etanol e gasolina.²⁴ O anúncio indicou que “no futuro, a região também produzirá um veículo elétrico a bateria”, mas não especificou um cronograma.²⁵ Além disso, os primeiros novos modelos Stellantis anunciados no Brasil após o lançamento do plano foram MHEVs flex com potencial limitado de redução de emissões. O ICCT estimou que o MHEV médio vendido no Brasil emite mais CO₂-equivalente (CO₂e) do que a média de todos os automóveis de passageiros vendidos no país, incluindo os VCI.²⁶

Da mesma forma, a Audi, uma marca do Grupo VW, afirmou que sua estratégia de mercado no Brasil incluirá uma mistura de VCIs a gasolina e híbridos, apesar das metas de vendas de 100% de ZEVs na maioria dos principais mercados.²⁷ Isso é semelhante à estratégia anunciada pela marca VW, que lidera as vendas de veículos elétricos em mercados-chave, como Europa e América do Norte, mas que continua focada na produção de veículos movidos a gasolina e diesel na África do Sul.²⁸

22 Para a metodologia que fundamenta esta estimativa, ver Shen et al., *Global Automaker Rating 2023*.

23 Foram enviados questionários às montadoras para revisar as informações que coletamos sobre compromissos com ZEVs. Para mais informações, ver o Apêndice A.

24 Stellantis, “Stellantis Announces €5.6 Billion Investment in South America, Marking the Largest Investment in the Region’s Automotive Industry”, Nota de imprensa, 6 de março de 2024, <https://www.stellantis.com/en/news/press-releases/2024/march/stellantis-announces-5-6-billion-investment-in-south-america-marking-the-largest-investment-in-the-region-s-automotive-industry>.

25 Stellantis, “Stellantis Announces.”

26 Haytzmann e Cieplinski, *Tecnologias*.

27 Gilson Garrett Jr., “Não é só Elétrico: Audi Aposta em Carros Híbridos e a Combustão no Brasil”, *Exame*, 10 de junho de 2024, <https://exame.com/casual/nao-e-so-eletrico-audi-aposta-em-carros-hibridos-e-a-combustao-no-brasil/>.

28 Antony Sguazzin, “VW, Isuzu Spurn South Africa’s Efforts to Kick-Start EV Industry,” *Bloomberg*, 10 de junho de 2024, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2024-06-11/volkswagen-isuzu-pour-cold-water-on-south-africa-s-ev-ambitions>.

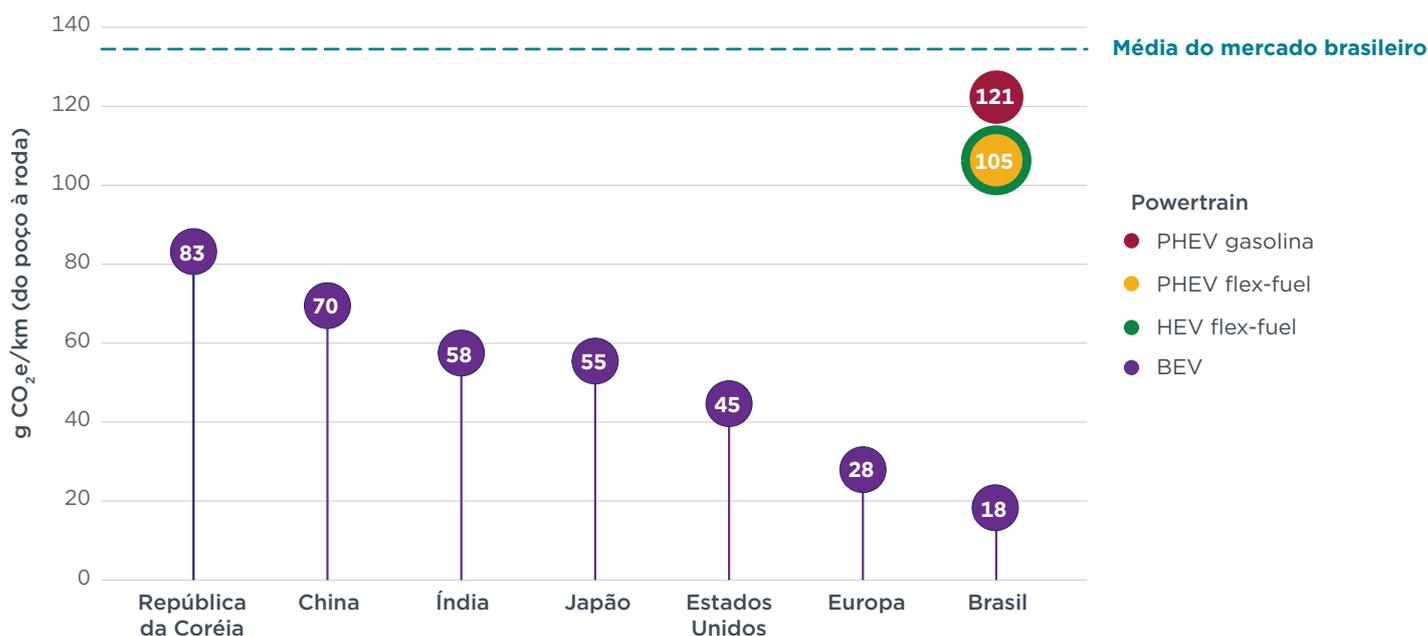
Essas metas indicam diferenças nas estratégias de implantação de veículos elétricos pelas maiores montadoras do Brasil em relação aos principais mercados, notadamente os Estados Unidos e a Europa. Embora o Brasil tenha declarado sua ambição de atingir a neutralidade de carbono até 2050, o país não definiu metas específicas para o setor de transportes nem estabeleceu prazos para a eliminação gradual dos VCI. Essa lacuna de políticas públicas pode contribuir para a ausência de metas específicas para veículos elétricos no Brasil por parte das montadoras tradicionais que atuam no país. Considerando o potencial limitado dos híbridos flex para reduzir as emissões de CO₂, a contínua ausência de ações regulatórias voltadas à descarbonização da frota nacional de LDVs pode resultar em um mercado dominado por tecnologias veiculares defasadas e representar um desafio significativo para que o Brasil cumpra as metas do Acordo de Paris.

EMISSÕES DO POÇO À RODA: COMPARANDO BEVs, PHEVs E HEVs NO BRASIL COM BEVs NOS OUTROS PRINCIPAIS MERCADOS

Em seguida, avaliamos como, no caso do Brasil, uma estratégia de descarbonização focada em híbridos flex posicionaria o país para alcançar suas ambições de emissões zero em relação a uma estratégia que prioriza os BEVs. O etanol de cana-de-açúcar brasileiro tem um potencial substancial para reduzir as emissões de GEE em comparação com os combustíveis fósseis. No entanto, a baixa intensidade de carbono da rede elétrica do Brasil oferece uma forte vantagem para a descarbonização do transporte rodoviário via eletrificação.

A Figura 4 compara as emissões de CO₂ *do poço à roda* dos BEVs, PHEVs e HEVs médios no Brasil com as dos BEVs médios em cada um dos seis principais mercados na *Global Automaker Rating* do ICCT.²⁹ As emissões dos motores flex foram estimadas utilizando o mix energético de mercado em 2023 de 28% de etanol hidratado (E100) e 72% de gasolina C (E27). Todos os PHEVs vendidos no Brasil em 2023 tinham motores somente a gasolina, mas também estimamos as emissões de PHEVs se os mesmos modelos tivessem motores flex a etanol e gasolina, seguindo a metodologia do Apêndice C. A linha horizontal tracejada em azul indica a média, ponderada pelas vendas, de emissões de CO₂ *do poço à roda* de todos os modelos vendidos no Brasil em 2023, a maioria dos quais são veículos flex de combustão interna.

29 Para este cálculo, utilizamos fatores de emissão de combustíveis líquidos em CO₂/MJ e fatores de emissão de geração de eletricidade em CO₂/MJ. Essa abordagem resulta em um pequeno viés que subestima o total de emissões de GEE provenientes da eletricidade. Com base no potencial de aquecimento global a 100 anos, as emissões de CO₂ e provenientes de metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) corresponderam a menos de 2% das emissões da rede elétrica brasileira em 2021. Para mais informações sobre essa metodologia, ver Apêndice B.

Figura 4**Comparação das emissões *do poço à roda* dos BEVs, PHEVs e HEVs médios no Brasil com os BEVs médios nos outros principais mercados, 2023**CONSELHO INTERNACIONAL DE TRANSPORTE LIMPO [THEICCT.ORG](https://theicct.org)

Os resultados da Figura 4 destacam que os BEVs no Brasil têm as menores emissões estimadas de CO₂ *do poço à roda* entre os países considerados, principalmente devido à matriz energética limpa do país. Com mais de 90% de geração de eletricidade renovável em 2023,³⁰ a rede elétrica do Brasil tinha uma intensidade de emissão estimada de 28,6 g CO₂/MJ, 48% menor que a da União Europeia e 68% menor que a dos Estados Unidos. Por outro lado, o Brasil teve, em média, os BEVs menos eficientes entre todos os sete mercados, consumindo cerca de 0,63 MJ/km, 23% acima dos BEVs médio na União Europeia e 43% acima dos BEVs médios na China. Isso se deve em parte ao maior tamanho médio dos BEVs no Brasil, onde as vendas de BEVs em 2023 estavam concentradas em segmentos maiores em relação às vendas de VCI, apesar da chegada de novas montadoras fornecendo BEVs menores e mais eficientes.

Embora os BEVs no Brasil tenham emissões estimadas de CO₂e *do poço à roda* mais baixas do que as dos seis outros principais mercados, as emissões estimadas de PHEVs e HEVs no Brasil são maiores do que as emissões de BEVs em todas as outras regiões consideradas. As emissões estimadas de PHEVs a gasolina no Brasil (121 g CO₂e/km) ficaram apenas 10% abaixo das emissões médias de todos os automóveis de passageiros novos, incluindo VCIs (134 g CO₂e/km), enquanto as de HEVs e PHEVs flex a gasolina e etanol (105 g CO₂e/km) ficaram 22% abaixo da média do mercado. A semelhança nas emissões entre HEVs flex e PHEVs pode ser explicada pelo uso limitado de PHEVs no modo de condução elétrica, devido ao comportamento dos consumidores,³¹ falta de infraestrutura de recarga, baixa autonomia de condução elétrica e da oferta concentrada em segmentos de veículos maiores.

Embora a combinação de uma rede de baixo carbono e disponibilidade de etanol possa resultar em PHEVs com potencial de descarbonização significativo no Brasil, a

30 Ministério de Minas e Energia, “Fontes Renováveis Responderam por 93,1% da Geração de Energia Elétrica em 2023”, 5 de fevereiro de 2024, <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/fontes-renovaveis-responderam-por-93-1-da-geracao-de-energia-eletrica-em-2023>.

31 Aaron Isenstadt et al., *Real-World Usage of Plug-In Hybrid Vehicles in the United States* (Conselho Internacional de Transporte Limpo, 2022), <https://theicct.org/publication/real-world-phev-us-dec22/>.

concretização desse potencial é incerta. Mesmo o hipotético PHEV flex não alcançou emissões mais baixas do que os BEVs nos outros seis mercados. Enquanto isso, como mostrado em um estudo anterior do ICCT, o potencial estimado de mitigação de GEE dos HEVs é menor do que o dos PHEVs no Brasil.³² Embora o etanol hidratado (E100) tenha emissões *do poço à roda* aproximadamente 50% menores do que a gasolina C, seu uso limitado nas condições reais (28% em energia entre os LDVs em 2023) restringe o potencial de descarbonização dos veículos flex no Brasil.

Essas estimativas reforçam a importância dos veículos elétricos, e particularmente dos BEVs, para a redução das emissões de transporte no Brasil.

CONCLUSÃO

Este estudo identificou diferenças entre as estratégias de descarbonização das principais montadoras do mercado brasileiro e suas abordagens nos outros principais mercados. No contexto da ausência de diretrizes claras de políticas públicas e de regulamentações que garantam a adoção de ZEVs no Brasil, as montadoras adotaram estratégias que se concentram em híbridos flex e na continuidade das vendas de VCI. Nem as tendências históricas de uso do etanol, nem a combinação de motores flex com sistemas híbridos demonstram potencial de mitigação de gases de efeito estufa suficiente para que essa estratégia esteja alinhada às metas climáticas do Brasil.³³ Sem diretrizes de política que orientem os investimentos para ZEVs, cujas emissões do ciclo de vida no Brasil são menores do que em todos os outros principais mercados, as emissões do setor de transporte podem colocar em risco o alcance da meta de neutralidade climática do Brasil até 2050.

As 10 montadoras com as maiores participações de mercado no Brasil em 2023 venderam consideravelmente menos veículos elétricos, em percentual do total de suas vendas de carros, no Brasil do que nos outros principais mercados. Nenhuma delas teve participação de vendas de veículos elétricos acima de 5% no Brasil. Das 17 montadoras analisadas neste estudo, apenas cinco (BYD, BMW, Geely, Tata e Great Wall) tiveram participações de vendas de veículos elétricos no Brasil em nível equivalente ou superior ao observado nos outros principais mercados.

Os resultados mostram que muitas montadoras tradicionais não estabeleceram metas específicas para o Brasil. Outras estabeleceram metas globais que podem se aplicar ao Brasil, mas são menos ambiciosas (em escopo ou prazo de implementação) do que as estabelecidas para os outros principais mercados. Em contraste, novos participantes do mercado nacional como BYD e Great Wall foram responsáveis pela maioria das vendas recentes de veículos elétricos no Brasil,³⁴ que atingiu uma participação de mercado de 6,5% no primeiro semestre de 2025, superando outros principais mercados como Índia, Indonésia e México.³⁵

Os resultados deste estudo têm implicações importantes para a descarbonização do setor de transporte rodoviário no Brasil. O terceiro programa de eficiência energética e de emissões de LDVs do país, o MOVER, estabeleceu uma meta de reduzir o consumo de energia em 12% até 2027—menos ambicioso do que alguns dos principais

32 As emissões *do poço à roda* e o potencial de mitigação de emissões de VHEPs foram avaliados em Haytzmann e Cieplinski, *Tecnologias*. Os valores de emissão para PHEVs apresentados na Figura 4 deste informativo foram convertidos para o WLTC, a fim de permitir comparação com outros países e, portanto, diferem deste trabalho anterior.

33 Mera et al., *Comparison*; Haytzmann e Cieplinski, *Tecnologias*.

34 Essas duas montadoras foram responsáveis por 86% dos BEVs e 69% dos PHEVs vendidos no Brasil entre janeiro de 2023 e abril de 2024; ver Cieplinski, *Evolução*.

35 Ilma Fadhil e Chang Shen, *Global Electric Vehicle Market Monitor For Light-Duty Vehicles in Key Markets, 2024* (Conselho Internacional de Transporte Limpo, 2025), <https://theicct.org/publication/global-ev-market-monitor-for-ldv-in-key-markets-2024-jun25/>.

mercados—e fornece incentivos fiscais para a produção de híbridos flex até 2026, apesar de seu objetivo de reduzir as emissões dos veículos e ajudar a alcançar o compromisso de neutralidade de carbono do Brasil até 2050. Esta análise apoia duas considerações de política pública voltadas a posicionar o Brasil para alcançar suas metas climáticas:

- 1. A adoção de metas de redução de emissões médias corporativas (por fabricante) mais restritivas na segunda fase do Programa MOVER (2028–2032) poderia incentivar as montadoras a desenvolverem estratégias e investimentos voltados a veículos elétricos, alinhados às metas de neutralidade de carbono do Brasil para 2050.** A meta para a primeira fase do programa, que visa uma redução no consumo de energia de 12% entre 2022 e 2027, não deve promover investimentos em ZEVs, pois pode ser alcançada com melhorias incrementais nos veículos com motor a combustão. As metas para a segunda fase do programa MOVER, que serão definidas em emissões *do berço ao túmulo*, podem ser projetadas para exigir reduções mais substanciais nas emissões de GEE, dando às montadoras tempo adequado para ajustar suas estratégias e investir em ZEVs para o mercado brasileiro.
- 2. Um sistema de *feebate* (bônus-malus) ou mecanismo tributário poderia ser estabelecido para apoiar a adoção de veículos elétricos pelos consumidores brasileiros.** A lei que estabeleceu o MOVER também prevê a criação de um sistema de *feebate*, no qual as taxas sobre a venda de veículos de alta emissão seriam usadas para financiar subsídios de compra para veículos de baixa emissão. Além disso, a reforma tributária indireta do Brasil no início de 2025³⁶ instituiu um novo “imposto seletivo”, que deve elevar a carga tributária sobre bens prejudiciais ao meio ambiente e à saúde, incluindo veículos. Tanto o sistema de *feebate* quanto o imposto seletivo podem ser projetados para que os custos de compra dos veículos reflitam suas emissões de gases de efeito estufa e, assim, orientem os consumidores na direção de veículos de baixa emissão. O sistema de *feebate* também pode ser projetado para ser neutro em termos de receita para o governo, com os veículos de altas emissões de GEE compensando os subsídios concedidos aos veículos de zero e baixas emissões.

³⁶ Lei Complementar nº 214, de 16 de janeiro de 2025, https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp214.htm.

APÊNDICE A. ESCOPO DE METAS E VENDAS

Nossa análise considerou os compromissos das montadoras até 2024. As informações foram obtidas principalmente dos relatórios anuais de sustentabilidade das montadoras, complementados com informações publicamente disponíveis (por exemplo, comunicados de imprensa, artigos de mídia e anúncios). Pedimos às montadoras que revisassem os dados de entrada e informações sobre ações e compromissos específicos usados na análise. Incorporamos informações adicionais recebidas das montadoras que refletiram informações relevantes em 2024. Quando as montadoras discordaram das informações utilizadas, em geral forneceram dados revisados ou atualizados, que foram incorporados à análise quando foi possível verificá-los.

Obtivemos informações de dimensão dos veículos e dados de vendas de 2023 para o Brasil da JATO Dynamics,³⁷ e dados de eficiência energética e autonomia elétrica de homologação do Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV).³⁸ Em seguida, estimamos as emissões médias de CO₂ ponderadas pelas vendas de todos os BEVs e PHEVs vendidos no Brasil em 2023, compreendendo 56 modelos de BEVs e 21 PHEVs. O consumo de energia dos PHEVs nos modos de combustão e elétrico diferem e devem ser calculados separadamente. Como o PBEV aplica uma correção para condições reais aos valores de consumo nos modos a combustão e elétrico, os revertemos para valores de homologação utilizando as equações apresentadas na Portaria nº 169/2023.³⁹

Os dados de vendas por modelo nos principais mercados em 2023 foram obtidos da MarkLines⁴⁰ (Estados Unidos, República da Coreia e Japão), Dataforce⁴¹ (União Europeia, Estados-membros da Associação Europeia de Livre Comércio e no Reino Unido), Segment Y⁴² (Índia) e Gasgoo⁴³ (China). Os dados sobre o consumo de energia para BEVs em todos os principais mercados foram obtidos em folhetos de especificações nos sites oficiais das montadoras e nos principais centros de informações de veículos elétricos, incluindo EV Database,⁴⁴ EV Specifications,⁴⁵ EV Volumes,⁴⁶ Yiche,⁴⁷ e Autohome.⁴⁸

APÊNDICE B. DEFINIÇÃO DE SEGMENTOS DE VEÍCULOS

Para permitir a comparação entre os mercados, categorizamos os LDVs no Brasil e nos seis principais mercados em oito segmentos, apresentadas na Tabela B1. As classificações de automóveis de passageiros (PCs, de *passenger cars*) são baseadas no comprimento do veículo, enquanto as classificações de LCVs são baseadas no peso em ordem de marcha do veículo. Os BEVs normalmente pesam mais do que os VCIIs devido às suas baterias. Como as classificações de peso em ordem de marcha da

37 Jato Dynamics, *Sales of Cars and Light Commercial Vehicles in Brazil, 2021-2024*, <https://www.jato.com/>.

38 Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, *Veículos Leves 2023 - 15o Ciclo*, atualizado em 22 de novembro de 2023, <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-2023.pdf/view>.

39 Portaria nº 169, de 3 de maio de 2023, <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-169-de-3-de-maio-de-2023-485619287>.

40 MarkLines, <https://www.marklines.com/>.

41 Dataforce, *Automotive Market Data & PCV Registrations*, <https://www.dataforce.de/en/>.

42 Segment Y, *Vehicle Volumes System*, <https://www.segmenty.com/index.html>.

43 Gasgoo, *Gasgoo Data Portal*, <https://i.gasgoo.com/>.

44 EV Database, *Electric Vehicle Database*, <https://ev-database.org>.

45 EV Specifications, *Electric Vehicle Specifications, News, and Comparison*, <https://evspecifications.com>.

46 EV Volumes, *EV Data Center*, <https://www.ev-volumes.com/>.

47 Yiche, <https://yiche.com>.

48 Autohome, <https://autohome.com>.

UE foram originalmente projetadas para VCI, o mapeamento direto de BEVs nesses segmentos de peso pode resultar em erros na classificação. Para resolver isso, os pesos em ordem de marcha de LCVs elétricos a bateria foram multiplicados por um fator de 0,83, consistente com a *Global Automaker Rating 2023*.⁴⁹

Tabela B1

Definição dos segmentos de LDVs

Frota	Padrões de segmento	Comprimento (m)	Fonte
PC	Mini/subcompacto	0 - 4,1	Adaptado das classificações do <i>EV Volumes</i>
	Compacto	4,1 - 4,6	
	Médio	4,6 - 4,8	
	Grande	4,8 -	
	SUV	N/A	
Frota	Padrões de segmento	Massa de referência ⁵⁰ (kg)	Fonte
LCV	Pequeno	0 - 1.305	Subsegmentos da UE N1
	Médio	1.305 - 1.760	
	Grande	1.760 - 3.500	

APÊNDICE C. METODOLOGIA DE EMISSÕES DO POÇO À RODA

Comparamos as emissões médias de CO₂e de BEVs na China, Europa, Estados Unidos, Japão, Índia e República da Coreia com BEVs, PHEVs e HEVs no Brasil. As emissões de CO₂e *do poço à roda* incluem todas as emissões de GEE geradas durante a extração, produção, distribuição e uso de energia por meio da combustão, no caso de combustíveis líquidos, e seu potencial de aquecimento global é expresso em termos de CO₂.

Calculamos as emissões médias de CO₂e do poço à roda para BEVs com base no consumo médio de energia em homologação (MJ/km), ponderado pelas vendas, e no fator de emissão da eletricidade (g CO₂e/MJ) de cada país. As emissões de híbridos não plug-in e VCI foram calculadas da mesma forma, mas usando o fator de emissão de combustível em vez de eletricidade. Os PHEVs exigem uma abordagem mais complexa, pois operam com um motor elétrico e um motor a combustão. A estimativa de suas emissões envolve a contabilização dos valores de homologação de motores de combustão e elétricos, o fator de utilidade do modo elétrico (que é uma função da faixa do motor elétrico) e os fatores de emissão de eletricidade e combustível líquido.

Todos os PHEVs vendidos no Brasil em 2023 tinham motores somente a gasolina. Neste estudo, também estimamos as emissões de PHEVs se os mesmos modelos tivessem motores flex a etanol e gasolina. Para isso, mantivemos os mesmos valores médios de homologação para os motores a combustão, em MJ/km, e o mesmo fator de utilidade do modo elétrico, mas incluímos um fator adicional para calcular as emissões dos motores a combustão flex: a proporção de vezes em que os motoristas escolhem etanol (E100) em relação à gasolina C (E27). Em 2023, a participação de mercado do etanol foi de 28% da energia consumida entre os veículos flex., representando a razão

⁴⁹ Shen et al., *Global Automaker Rating 2023*.

⁵⁰ A massa de referência é a massa do veículo sem carga acrescida de 100 kg.

do volume de etanol em relação ao volume total de etanol e gasolina C comprados ao longo do ano.⁵¹

Os valores de homologação de veículos brasileiros, que são fornecidos pelo PBEV, são medidos de acordo com o procedimento *U.S. 2-cycle*.⁵² Para comparar as emissões de diferentes países, todos os valores de consumo de energia foram convertidos para o ciclo WLTP. Para os veículos elétricos, essa conversão consiste em multiplicar o consumo de energia de homologação por um fator de 1,2.⁵³ Os valores de consumo de combustível de homologação de motores a combustão foram convertidos usando a ferramenta de conversão disponível no site do ICCT.⁵⁴

Usamos fatores de emissão *do poço à roda* para gasolina C e etanol hidratado de um estudo anterior do ICCT⁵⁵ e fatores de emissão da rede elétrica do Cenário de Políticas Declaradas da Administração Internacional de Energia.⁵⁶ Estes valores são apresentados na Tabela C1.

Tabela C1

Fatores de emissão de CO₂ do poço à roda dos combustíveis para o Brasil e intensidades de carbono do poço à roda da eletricidade no Brasil e nos outros principais mercados

Fator de emissão de combustível no Brasil	
Tipo de combustível	Fator de emissão (g CO ₂ e/MJ)
Gasolina C (E27)	81,8
Etanol hidratado (E100)	39,4
Produção de energia elétrica	
País ou região	Fator de emissão (g CO ₂ /MJ)
Brasil	29,0
China	159,2
União Europeia	54,7
Índia	186,6
Japão	108,8
República da Coreia	154,6
Estados Unidos	89,3

51 EPE, *Nota Técnica*.

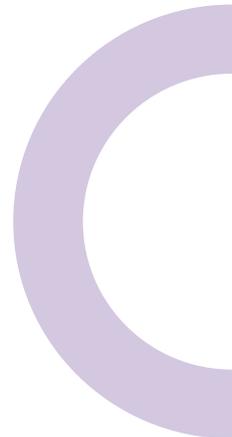
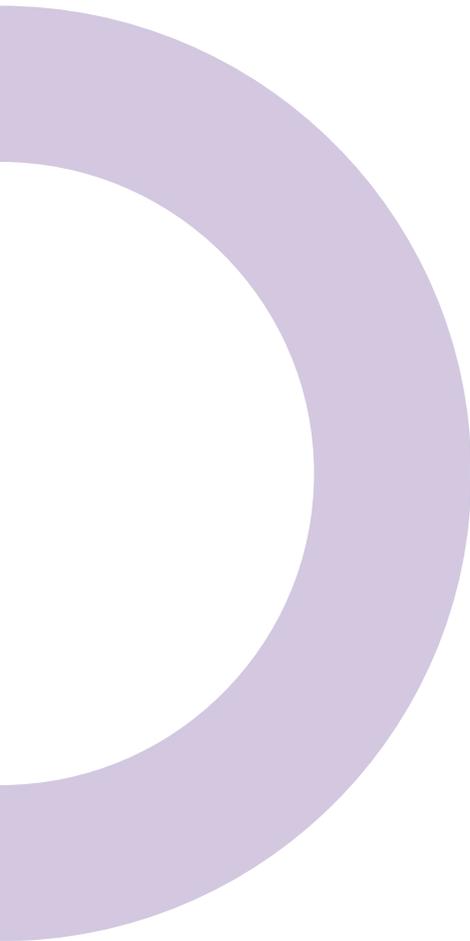
52 As normas brasileiras para condições urbanas (ABNT NBR 6601) e rodoviárias (ABNT NBR 7024) utilizam o mesmo procedimento de teste da *U.S. Environmental Protection Agency Federal Test Procedure* (FTP-75). No âmbito do programa brasileiro de etiquetagem veicular, o consumo de combustível medido nos ciclos de condução urbano e rodoviário é aumentado por fatores de 18% e 35%, respectivamente, além de um termo constante. Os valores corrigidos são então ponderados considerando 55% de condução urbana e 45% de condução rodoviária.

53 Eric Loveday, "How To Convert Conflicting EV Range Test Cycles: EPA, WLTP, CLTC," *InsideEVs*, atualizado em 13 de janeiro de 2025, <https://insideevs.com/features/343231/heres-how-to-calculate-conflicting-ev-range-test-cycles-epa-wltp-nedc/>.

54 Jörg Kühlwein, John German, e Anup Bandivadekar, *Development of Test-Cycle Conversion Factors Among Worldwide Light-Duty Vehicles CO₂ Emission Standards* (Conselho Internacional de Transporte Limpo, 2014), <https://theicct.org/publication/development-of-test-cycle-conversion-factors-among-worldwide-light-duty-vehicle-co2-emission-standards/>.

55 Mera et al., *Comparison*.

56 International Energy Agency, *World Energy Outlook 2023* (2023), <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>.



www.icctbrasil.org.br

comunicacao@theicct.org

linkedin.com/icct-brasil

icct
CONSELHO INTERNACIONAL
DE TRANSPORTE LIMPO