



NOTA TÉCNICA

DEMANDA DE ENERGIA DOS

VEÍCULOS LEVES: 2025-2034

DEZEMBRO DE 2024

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO



Coordenação Executiva

Angela Oliveira da Costa

Coordenação Técnica

Angela Oliveira da Costa

Rachel Martins Henriques

Rafael Barros Araujo

Equipe Técnica

Angela Oliveira da Costa

Arthur Cortez Pires de Campos

Bruna Souza Lopes Graça

Bruno R. Lowe Stukart

Danilo Perecin

Letícia Gonçalves Lorentz

Leônidas Bially O. dos Santos

Marina Damião Besteti Ribeiro

Paula Isabel da Costa Barbosa

Rachel Martins Henriques

Rafael Barros Araujo

Técnica em Secretariado

Raquel Lopes Couto



Ministro de Estado

Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário-Executivo

Arthur Cerqueira Valerio

Secretário de Energia Elétrica

Gentil Nogueira de Sá Junior

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Vitor Eduardo de Almeida Saback

Secretário de Transição Energética e Planejamento

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Secretário de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Pietro Adamo Sampaio Mendes

<http://www.mme.gov.br>



Presidente

Thiago Guilherme Ferreira Prado

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Thiago Ivanoski Teixeira

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Reinaldo da Cruz Garcia

Diretora de Estudos do Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretor de Gestão Corporativa

Carlos Eduardo Cabral Carvalho

<http://www.epe.gov.br>



VALOR PÚBLICO

A EPE REALIZA ESTUDOS E PESQUISAS PARA SUBSIDIAR A FORMULAÇÃO, IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DA POLÍTICA E DO PLANEJAMENTO ENERGÉTICO BRASILEIRO.

COM ESTE ESTUDO, A EPE TRAZ TRANSPARÊNCIA E REDUZ A ASSIMETRIA DE INFORMAÇÃO POR MEIO DA APRESENTAÇÃO DE DADOS E FATOS QUE PODEM AUXILIAR OS DEBATES ACERCA DOS ESFORÇOS DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA NO BRASIL.

ESTA NOTA TÉCNICA VISA CONTRIBUIR PARA A IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES E AMEAÇAS SOBRE O ABASTECIMENTO NACIONAL DE COMBUSTÍVEIS, CONSIDERANDO DIFERENTES TRAJETÓRIAS DE LICENCIAMENTO, EM FUNÇÃO DO CENÁRIO ECONÔMICO E DE AVANÇOS TECNOLÓGICOS, COMO A PENETRAÇÃO DE VEÍCULOS HÍBRIDOS E ELÉTRICOS.

■ Identificação do Documento e Revisões



Área de estudo

Diretoria de Estudos do Petróleo, Gás e Biocombustíveis (DPG)
Superintendência de Derivados de Petróleo e Biocombustíveis (SDB)

Estudo

Demanda de Energia dos Veículos Leves: 2025-2034

Revisão	Data de emissão	Descrição
R0	19/12/2024	Publicação Original
R1	21/03/2025	Revisão 1

■ Sumário

1. Introdução.....	4
2. Contextualização.....	4
2.1. Políticas públicas.....	4
2.2. Comportamento do consumidor	6
2.3. Licenciamento de veículos leves e motos.....	8
2.4. Eletromobilidade.....	10
3. Metodologia para estimativa da demanda de energia para leves	19
3.1. Modelo.....	19
3.2. Premissas	19
4. Resultados para demanda de energia dos veículos leves	23
4.1. Análises de sensibilidade	24
4.1.1. Variações na oferta de etanol	24
4.1.2. Eletrificação turbo	25
Considerações finais	28
Referências.....	30

■ Gráficos

Gráfico 1 – Venda de motos no varejo	7
Gráfico 2 - Licenciamento de veículos leves e motos entre janeiro e outubro de 2023 e 2024	9
Gráfico 3 – Licenciamento de veículos eletrificados e participação no licenciamento total*	10
Gráfico 4 – Preços de veículos selecionados no Brasil.....	13
Gráfico 5 – Participação de renováveis na matriz de transportes em regiões selecionadas	16
Gráfico 6 – Licenciamento total de automóveis e comerciais leves no Brasil.....	20
Gráfico 7 – Frota circulante de automóveis e comerciais leves no Brasil	20
Gráfico 8 – Projeção de licenciamento das novas tecnologias veiculares	21
Gráfico 9 – Frota de veículos leves 2022 – 2034	21
Gráfico 10 – Projeção de demanda de energia dos veículos leves.....	23
Gráfico 11 - Projeção segregada por combustível em anos selecionados	24
Gráfico 12 – Projeção de combustíveis nos cenários de oferta de etanol Alto, Baixo e Referência...25	
Gráfico 13 – Licenciamento no cenário de referência e no cenário de eletrificação turbo em 2034.26	
Gráfico 14 – Frota de veículos leves no cenário de referência e no cenário de eletrificação turbo...26	
Gráfico 15 – Demanda energética no cenário eletrificação turbo	27

■ Lista de figuras

Figura 1 – Fronteiras de análise de ciclo de vida	17
---	----

1. Introdução

A Empresa de Pesquisa Energética divulga a sétima edição da Nota Técnica *Demanda de Energia dos Veículos Leves*, que visa analisar as novas tendências e seus reflexos na demanda de energia deste segmento, no horizonte decenal, de forma a contribuir para a identificação de oportunidades e ameaças sobre o abastecimento nacional de combustíveis.

A projeção para o horizonte de estudos 2025-2034 foi obtida através de um modelo contábil de uso final desenvolvido pela EPE. Para isso, além do Caderno de Premissas Demográficas e Econômicas do PDE 2034 (EPE, 2024a), foram considerados aspectos como o licenciamento de veículos leves, a curva de penetração de novas tecnologias, a oferta interna de etanol, políticas públicas associadas, a preferência do consumidor entre gasolina C e etanol hidratado no abastecimento de veículos *flex fuel*, eficiência dos veículos, entre outros.

Ao final do documento foram apresentadas análises de sensibilidade quanto ao reflexo de diferentes ofertas de etanol na segmentação da demanda ciclo Otto de referência e quanto ao impacto de uma trajetória de licenciamento acelerada para os veículos eletrificados na demanda energética total.

2. Contextualização

2.1. Políticas públicas

Como parte da Nova Indústria Brasil (MDIC, 2024a), o país avança com políticas públicas voltadas para a retomada do desenvolvimento do setor industrial nacional. Esse movimento é demonstrado com o retorno do imposto de importação sobre veículos elétricos e com a criação do Programa Nacional de Mobilidade Verde e Inovação – MOVER (BRASIL, 2024a). Com lei sancionada em junho de 2024, o MOVER amplia índices e metas de sustentabilidade e de inovação do setor de automóveis no Brasil, proporcionando maior confiança e atração de investimentos para o território nacional. É o sucessor de outros programas semelhantes, lançados desde 2010, como o Inovar-Auto (2012) e o Rota 2030 (2018), que já estabeleciam metas que asseguravam os direcionamentos nacionais perante o setor.

Dentre outros objetivos, o Programa MOVER determina a expansão da participação da indústria automotiva instalada no País; o estímulo à produção de novas tecnologias; a promoção do uso de biocombustíveis e de formas alternativas sustentáveis e limpas, aumentando os requisitos obrigatórios de sustentabilidade para os veículos comercializados. Entre as novidades está a medição das emissões de carbono "do poço-à-roda" e "do berço-ao-túmulo", ou seja, considerando todo o ciclo de vida da fonte de energia utilizada como critério de eficiência energético-ambiental.

Em abril de 2024, um projeto de lei (BRASIL, 2017a) retomou a discussão quanto a uma possível proibição da venda de veículos novos a gasolina ou a diesel a partir de 2030 e a suspensão da circulação desses mesmos veículos a partir de 2040. Entretanto, não há atualizações quanto à sua continuidade. Interessante apontar que, em pesquisa pública no site oficial legislativo, cerca de 76% dos participantes não apoiam tal iniciativa, o que não significa, no entanto, uma rejeição à eletrificação. Pelo contrário, estudos sobre preferências de consumidores apontam que futuros compradores estão crescentemente considerando a aquisição de veículos elétricos. Em entrevista

realizada em outubro de 2024 pela GMTK Soluções, 48,5% dos entrevistados afirmaram ter preferência por marcas com apelo sustentável, desde que os preços sejam comparáveis a outras opções. Além disso, 70,5% dos entrevistados acreditam que terão um carro elétrico nos próximos cinco anos (Mundo do Marketing, 2024). O que demonstra uma pré-disposição à transição, apesar de ainda existirem barreiras.

Ainda na retomada da produção nacional de veículos, também foi sancionada, em setembro de 2024, a Lei que cria o Programa Brasil Semicondutores (Brasil Semicon) (SENADO, 2024). Originada pelo PL 13/2020, traz como um de seus objetivos principais a promoção da indústria brasileira de semicondutores¹, incentivando a produção local e a inserção nas cadeias globais de tecnologia (MDIC, 2024c). Desde 2020, a indústria sofre com a escassez desses itens, uma vez que, com a pandemia, a produção de tais materiais foi paralisada, se centralizando apenas em alguns países asiáticos. Com o aumento de produtos eletrônicos, inclusive veículos elétricos e autônomos, a demanda por semicondutores se mostra cada vez maior, o que aumenta a competição por tais itens. Através de financiamentos, incentivos tributários e benefícios, o Brasil Semicon busca o incentivo do ecossistema de inovação brasileiro, além de impulsionar o conteúdo local presente na produção brasileira de bens, entre eles, os veículos, cada vez mais eletrônicos e eletrificados (SENADO, 2024).

Em paralelo às discussões sobre eletrificação, o incentivo ao uso de biocombustíveis através da Política Nacional de Biocombustíveis, o RenovaBio, também contribui para o avanço da mobilidade sustentável. O RenovaBio tem como objetivo induzir ganhos de eficiência energética e de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) na cadeia de produção dos biocombustíveis. Para tanto, a política tem como principal instrumento o estabelecimento de metas anuais de descarbonização a serem cumpridas por meio dos créditos de descarbonização (CBIO) advindos da produção certificada de etanol, biodiesel, biometano etc. Dessa forma, o RenovaBio reconhece a importância econômica, social e ambiental dos biocombustíveis, contribui para redução da intensidade de carbono da matriz de transportes brasileira, promove a expansão do uso dos biocombustíveis na matriz energética e assegura previsibilidade para o mercado (BRASIL, 2017b).

Em linha com a promoção do uso de biocombustíveis, também avança o Programa Combustível do Futuro. A Lei nº 14.993 do Combustível do Futuro, sancionada pelo Presidente Luís Inácio Lula da Silva no dia 08 de outubro de 2024, entra em vigor depois de inúmeras discussões envolvendo todo o setor político. Seu principal objetivo é a descarbonização da matriz de transportes nacional, criando diretrizes para biocombustíveis já produzidos localmente ou com elevado potencial de produção. Dentre outras medidas, o programa estimula uso do etanol nos veículos, além de aumentar a porcentagem de sua mistura na gasolina A, que poderá ser de 22% a 27%, podendo chegar a até 35%². A Lei também traz novos percentuais de mistura ao biodiesel, que deverá ser adicionado ao diesel de origem fóssil, além de programas de incentivo à produção de combustível sustentável de aviação (SAF – *sustainable aviation fuel*), diesel verde e biometano.

Por último, em dezembro de 2024, o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC) anunciou as metas e objetivos da Missão 5 da política Nova Indústria Brasil: dentre elas, consta a ampliação da participação dos biocombustíveis e veículos elétricos na matriz energética de transportes do país, visando atingir 27%, em 2026, e 50%, em 2033. De investimentos já

¹ Os semicondutores são essenciais para a fabricação de um veículo, uma vez que são materiais que permitem a condução de correntes elétricas; dessa forma, atuam em toda a parte elétrica de um automóvel, como gerenciamento do motor e conectividade.

² Até a aprovação da Lei do Combustível do Futuro, a mistura podia chegar a 27,5%, tendo como porcentagem mínima 18%.

anunciados no âmbito de tal política, R\$130 bilhões deverão ser destinados ao setor automotivo (MDIC, 2024d).

O ambiente que resulta da combinação das políticas públicas e do contexto econômico favorável já aponta alguns resultados. As montadoras de veículos, por exemplo, projetam investimento na ordem de R\$95 bilhões para o ciclo de 2021 a 2030 (AUTODATA, 2024a). Neste ano, esse número já foi atualizado para R\$ 125 bilhões³ (Automotive Business, 2024a), em virtude, principalmente, da consolidação das políticas públicas citadas acima e de consequente estabilidade ao setor. Da mesma forma, o setor de autopeças já demonstrava otimismo em 2023, projetando para 2024 um aumento de investimentos em 3%, chegando na ordem de R\$6,1 bilhões (Valor Econômico, 2024). Esse número aumentou: a expectativa é que o setor de autopeças invista cerca de R\$ 50 bilhões até 2028, comprovando o otimismo da indústria de mobilidade no país (Automotive Business, 2024b).

2.2. Comportamento do consumidor

Apesar de incentivos governamentais para a ampliação do uso do etanol pelos consumidores brasileiros, a gasolina C ainda é o principal combustível procurado pelos motoristas para o abastecimento de seus veículos. Pesquisa contratada pela EPE em 2022 entrevistou 3.000 consumidores de todas as regiões brasileiras para identificar os fatores que determinam o processo de escolha do combustível a ser utilizado nos veículos *flex fuel*. De modo geral, 63,2% dos entrevistados apontaram que utilizam gasolina de modo mais frequente. Avaliando-se as regiões, Sul, Norte e Nordeste são as que mais optam pela gasolina, enquanto Sudeste, Centro-Oeste e cidades do interior do Sudeste são as que mais utilizam etanol, em relação à média nacional (EPE, 2023b).

Para os usuários de gasolina, a percepção de que esse combustível dá mais autonomia ao veículo é o que leva quase metade (46,9%) dos usuários a escolhê-la. Em paralelo, 77% dos usuários que no momento da pesquisa abasteceram com gasolina responderam que o preço do etanol não é convidativo para que eles mudem sua escolha, percepção que pode estar conectada à avaliação da razão PE/PG. Dentre os usuários que abasteceram com etanol no momento da pesquisa, 77,7% afirmaram fazê-lo com base no critério de preço. Cerca de 70% dos entrevistados identificaram que a gasolina tem maior rendimento que o etanol, no entanto 60% afirmam não conhecer a relação de 70% do preço do etanol em relação ao preço da gasolina para avaliar quando é financeiramente vantajoso abastecer com etanol (EPE, 2023b). Pela perspectiva ambiental, aproximadamente 60% dos entrevistados reconhecem o etanol como um combustível que gera menor impacto ambiental, contudo 74% não consideram esse aspecto no momento de abastecer o veículo. Até mesmo entre os consumidores que abastecem com etanol, o fator ambiental é levado em conta por apenas 4,4% dos usuários (EPE, 2024e; EPE, 2023b).

Na pesquisa de 2022⁴, os transportes públicos e as motos eram indicados como uma escolha alternativa dos usuários de veículo *flex* para deslocamentos rotineiros (trabalho e escola) em função da maior economicidade e praticidade. No caso de passeios e lazer, havia uma preferência por táxis e veículos de aplicativo (EPE, 2024e). Contudo, cabe notar que a mobilidade urbana sofreu mudanças relevantes após a pandemia de Covid-19. De acordo com dados de associações, a quantidade de passageiros transportados por ônibus urbanos e metrô em 2023 ainda estava abaixo do patamar pré-pandemia – 20% no caso dos ônibus e 24% no transporte metroviário (ANPTTrilhos, 2024; NTU,

³ Este número inclui veículos leves (R\$116 bilhões) e pesados (R\$11 bilhões).

⁴ Registra-se que essa pesquisa reflete uma segunda onda de pesquisa análoga realizada pela EPE em 2011, cujos resultados mostram-se semelhantes aos achados desta última sondagem. Em que pese o aumento da consciência ambiental, o preço é o vetor mais importante na tomada de decisão do abastecimento veicular.

2024). Por outro lado, o licenciamento de motocicletas vem apresentando uma tendência de crescimento, conforme mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Venda de motos no varejo



Fonte: (ABRACICLO, 2024b; FENABRAVE, 2024b)

Em 2024, as vendas de motos registraram o melhor desempenho⁵ para um primeiro semestre, desde o ano de 2008 (AUTODATA, 2024c). A dinâmica demonstra uma retomada a patamares de 2012, que começou a ser vista no período pós-pandêmico. O alto preço dos veículos leves, associado à praticidade do uso da motocicleta no cotidiano do usuário podem ser importantes indutores do crescimento de sua aquisição. O aumento do número de trabalhadores em *delivery*, muito por conta de sua eficiência para o deslocamento nas cidades, principalmente a partir do período de Covid-19, e o baixo custo de manutenção e de abastecimento da motocicleta também estimulam o aumento da demanda por este tipo de veículo (EPE, 2024f).

Outro importante fator indutor de consumo é a facilidade de tomada de crédito e a oferta de financiamento para aquisição de tais bens. A venda financiada foi a modalidade mais escolhida no momento de compra da motocicleta, seguida pela venda à vista (AUTODATA, 2024c). Os preços mais baixos e a facilidade no momento da aquisição impulsionam o crescimento percebido. Regionalizando, percebe-se uma predominância de licenciamento de motocicletas na região Sudeste (38% em 2023). Entretanto, também se vê um aumento na frota da região Nordeste, que chega a 29%. As regiões Centro-Oeste e Norte apresentam 10% cada (ABRACICLO, 2024a).

⁵ Registra-se que, diante do aumento expressivo das vendas dos veículos de duas rodas, nota-se também crescimento significativo no número de acidentes e fatalidades associadas. Dados do estado de São Paulo indicam que entre janeiro e outubro de 2024 foram registrados 2.175 óbitos de motocicletas, crescimento de 20,5% em relação ao mesmo período do ano anterior (INFOSIGA, 2024)

MOTOS – TRANSPORTE DE PASSAGEIROS

O transporte de passageiros em motocicletas, possibilitado por aplicativos⁶ como Uber, 99 Moto e etc., gerou R\$ 5 bilhões para o PIB brasileiro, em dois anos em funcionamento no país, de acordo com estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Segundo esta publicação, o transporte influenciou positivamente os setores de comércio, serviços privados e transporte, além de também impactar na inclusão social, com maior geração de empregos. Os R\$ 5 bilhões representam 0,05% do PIB e geraram R\$ 2 bilhões para as famílias, mais de R\$ 460 milhões em impostos e mais de 114 mil empregos indiretos. O valor bruto da produção, por sua vez, apresentou um impacto ainda maior, de R\$11 bilhões (pois considera, além do serviço de transporte em si, a aquisição e manutenção das motocicletas, além dos salários dos motoqueiros). Importante destacar, também, que o serviço se mostrou mais relevante em estados mais pobres, com destaque para o estado do Amapá, Amazonas e Ceará (CBN, 2024).

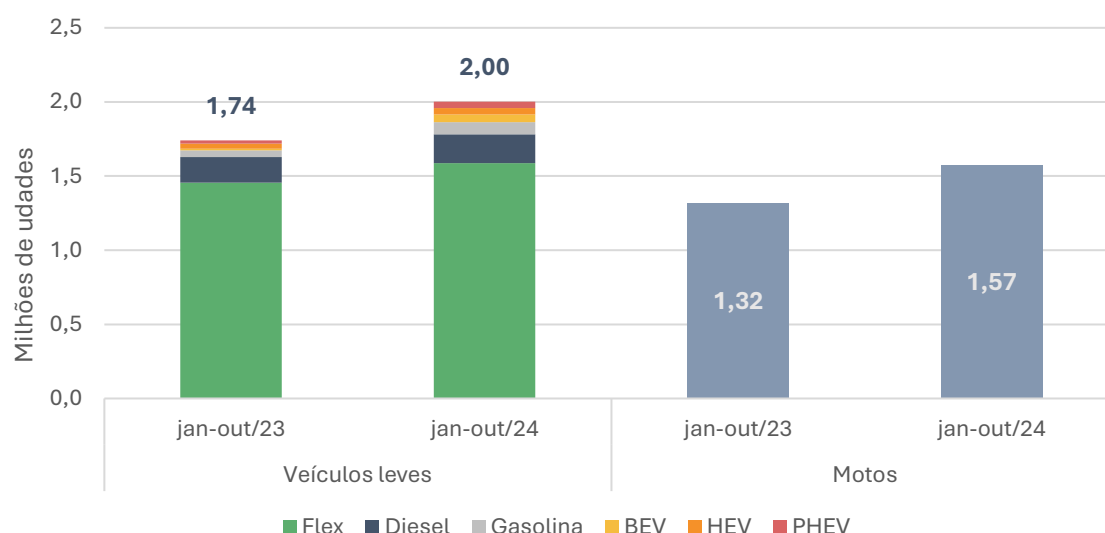
2.3. Licenciamento de veículos leves e motos

Em 2023, foram licenciados 2,2 milhões de veículos leves novos no Brasil (ANFAVEA, 2024). Esse número representa um aumento de 11,2% em relação ao ano anterior, porém ainda está abaixo do patamar de vendas do período pré-pandemia. Desse total, 79% foram automóveis e 21% comerciais leves. Na separação por combustível, a categoria *flex fuel* representou 83% do licenciamento total, seguida com distância pelos veículos movidos a diesel, com 9,9%. Os veículos a gasolina representaram 2,8% e os eletrificados (elétricos, híbridos e híbridos *plug-in*) chegaram a 4,3%. Em termos de motorização, a maior parcela do licenciamento foi de automóveis com motores 1.0 (54,9%), ultrapassando pelo segundo ano consecutivo os motores entre 1.0 e 2.0 (43,2%) (ANFAVEA, 2024). Em 2023 também foram licenciadas aproximadamente 1,6 milhão de novas motocicletas, 16,1% a mais do que no ano anterior (FENABRAVE, 2024a).

Entre janeiro e outubro de 2024, o licenciamento de veículos leves novos totalizou 2 milhões, cerca de 15% acima do acumulado no mesmo período do ano anterior (ANFAVEA, 2024), com destaque para o crescimento de veículos eletrificados que será abordado na sequência. O licenciamento de motos alcançou 1,57 milhão nesse período, um nível de vendas 19,5% maior do que o acumulado no mesmo período de 2023 (Gráfico 2) (FENABRAVE, 2024b).

⁶ É importante registrar que o governo brasileiro tem trabalhado em um projeto de lei (CAMARA, 2024) para garantir direitos mínimos aos motoristas de aplicativo, visando melhorar as condições de trabalho e oferecer mais proteção socioeconômica para estes trabalhadores. Os principais pontos do projeto de lei incluem: jornada de trabalho; remuneração mínima; direitos previdenciários; e contribuição ao INSS.

Gráfico 2 - Licenciamento de veículos leves e motos entre janeiro e outubro de 2023 e 2024



Fonte: (ANFAVEA, 2024; FENABRAVE, 2024b)

O aumento do licenciamento nos anos de 2023 e 2024, a expansão do mercado de financiamento de veículos e a elevação de investimentos de grandes montadoras no país podem estar associados a alguns aspectos macro e microeconômicos, tais como: crescimento do PIB; aumento da oferta de crédito, reduções nas taxas de juros para aquisição de veículos e queda dos níveis de inadimplência destes empréstimos, além da estabilidade macroeconômica, que se mostra um fator importante para a maior atração de investimentos, por parte de no país.

Alguns resultados econômicos, ocorridos nos anos de 2023 e 2024, provocaram desdobramentos no licenciamento e na demanda de energia de veículos leves, como apresentado a seguir. Esses movimentos refletem a conjuntura econômica mais favorável neste período que se conecta, por exemplo, ao aumento do PIB *per capita* e à melhoria das condições de crédito.

Em 2023, o Produto Interno Bruto (PIB) do país cresceu 3,2%. O PIB *per capita* apresentou um crescimento de 2,2% em relação ao ano anterior. Já em 2024, a tendência de crescimento do PIB continua positiva; nos três primeiros trimestres deste ano, o PIB sofreu uma variação de 2,6%. O mercado de trabalho aquecido, a alta disponibilidade de crédito, a queda das taxas de juros, uma taxa de estoques ajustada, além da alta capacidade de utilização da atividade produtiva ajudam a explicar o bom momento da economia brasileira no primeiro semestre de 2024 (IBGE, 2024a)

Outro indicador socioeconômico importante surge na forma da política de salário-mínimo. Em 28 de agosto de 2023, foi promulgada a Lei 14.663/2023, uma nova lei de valorização do salário-mínimo, que promove a atualização da regra de valoração do rendimento⁷ (BRASIL, 2023b). No final do ano de 2023, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apresentou números que apontam que a maioria da população brasileira (60,1%) vive com até um salário-mínimo *per capita* por mês. Por isso, tal política se mostra importante para a maior compreensão do contexto brasileiro frente à aquisição de veículos, dentre muitos outros pontos.

Uma outra variável a se destacar no cenário econômico brasileiro no ano de 2024 é a taxa de desemprego. Em outubro de 2024 foi registrada a menor taxa de desocupação da série histórica da PNAD Contínua, que é divulgada pelo IBGE desde 2012. O nível chegou a 6,2%, puxado, principalmente, pelo setor industrial e de comércio (IBGE, 2024b).

⁷ Desde 1º de janeiro de 2024, a cifra é de R\$1.412, com previsão de aumento de cerca de 6,37% para o ano seguinte.

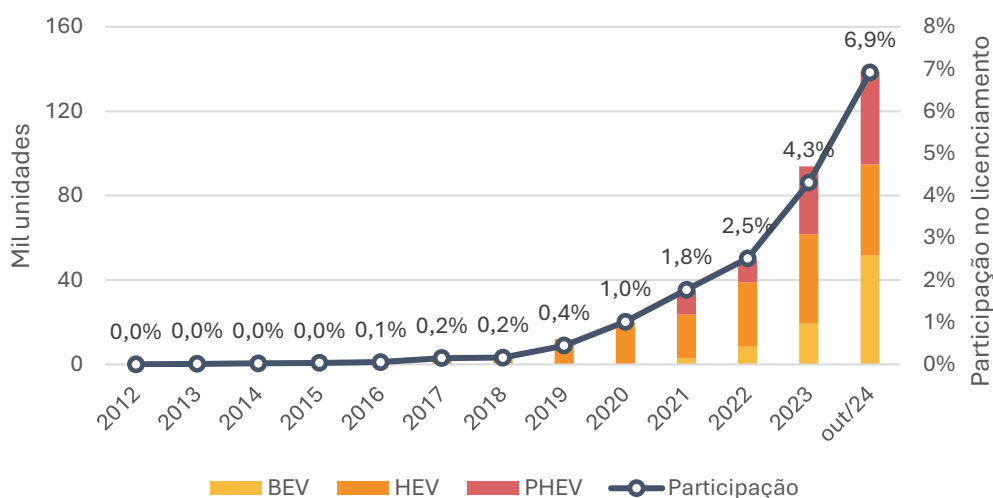
No segundo semestre de 2023, o Banco Central iniciou um ciclo de redução da taxa SELIC, que é a taxa básica de juros da economia brasileira⁸; apesar de ainda alta, a taxa terminou o ano no patamar de 11,75% ao ano. A tendência de cortes permaneceu em 2024, se mantendo em 10,50%a.a. durante os meses de maio a setembro. Desde setembro de 2024, entretanto, o Comitê de Política Monetária (COPOM) passou a aumentar a taxa de juros, que, em novembro, já se encontrava em 11,25% a.a. Importante apontar que as taxas de juros vigentes no Brasil, que seguem a tendência da SELIC, continuam se posicionando dentre as maiores do mundo.

A taxa de câmbio em 2023 também apresentou uma tendência favorável de decréscimo, principalmente no que tange o investimento privado, chegando em dezembro de 2023 à cotação de R\$ 4,9/USD. Entretanto, em 2024, as taxas vêm em um movimento de alta constante (BCB, 2024b). A dificuldade de aprovação da reforma tributária e fiscal pelo Congresso Nacional tem contribuído para o aumento de potenciais incertezas no âmbito macroeconômico, que por elevarem o custo Brasil, acabam por impactar, diretamente, a taxa de câmbio e a taxa Selic.

2.4. Eletromobilidade

A participação dos veículos eletrificados⁹ no licenciamento total tem crescido em ritmo acelerado nos últimos anos, conforme mostra o Gráfico 3. Em 2023, as vendas chegaram a 93 mil unidades, representando 4,3% do licenciamento total e um aumento de 90,7% em relação às vendas registradas no ano anterior. Até outubro de 2024, o número de veículos vendidos já ultrapassava o total de 2023 com 138 mil unidades, cerca de 7% do licenciamento de veículos novos no período.

Gráfico 3 – Licenciamento de veículos eletrificados e participação no licenciamento total*



Nota: *Dados até outubro de 2024.

Fonte: (ANFAVEA, 2024)

Os dados do Gráfico 3 indicam que a predominância de modelos HEV começa a ser substituída por uma maior venda de PHEVs e BEVs. Em 2023, os veículos HEV representaram 1,9% do

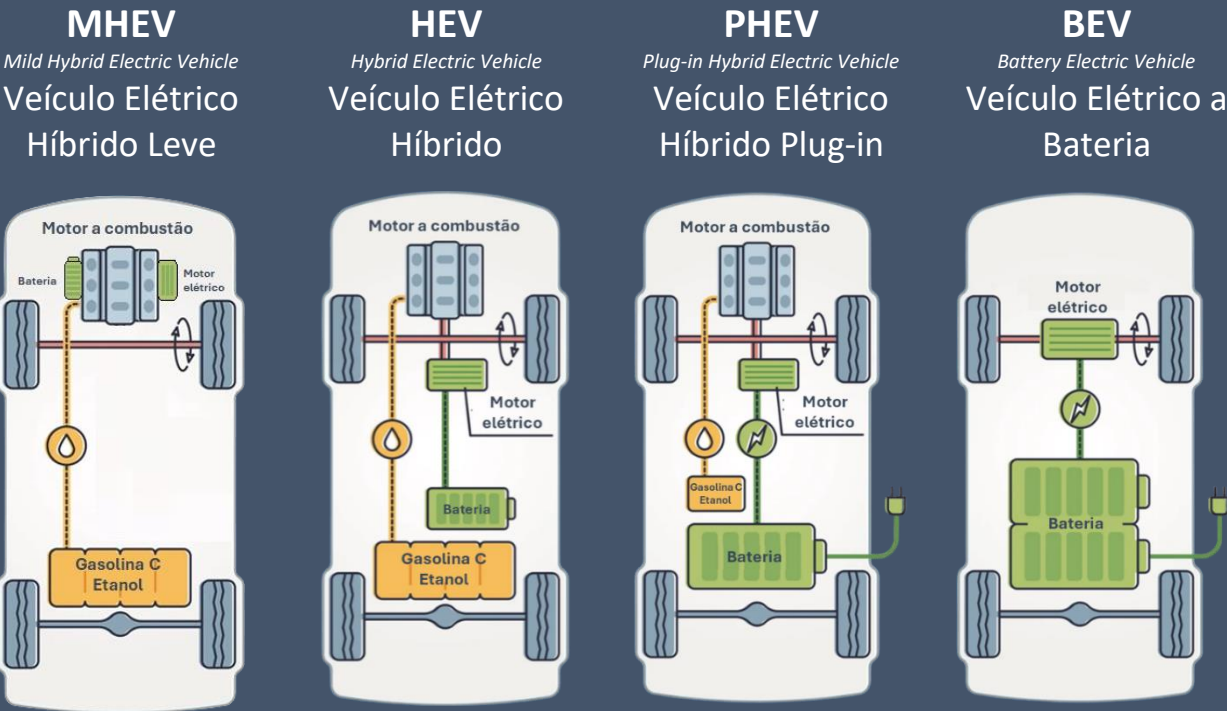
⁸ Por tal característica, é a taxa norteadora de todas as taxas de juros do país; ou seja, suas movimentações tendem a direcionar as mudanças em todas as taxas brasileiras.

⁹ Considera-se veículos eletrificados todos os veículos com algum módulo elétrico adicional. Seja um motor elétrico que tracione as rodas, como os BEV – *battery electric vehicle*, PHEV – *plug in hybrid electric vehicle* e HEV – *hybrid electric vehicle*, assim como veículos onde existe um motor elétrico, e normalmente uma bateria maior, mas o motor elétrico não traciona diretamente as rodas. Isso ocorre com MHEV – *mild hybrid electric vehicle*, mas também em motores a combustão, que podem ter algum sistema elétrico adicional, que melhore a eficiência do carro, aumente sua potência, ou reduza o consumo em algumas condições, como ocorre com os sistemas *start-stop*.

licenciamento, seguido pelos modelos PHEV com 1,5% e BEV com 0,9%. Até outubro de 2024, as categorias BEV e PHEV saltaram para 2,6% e 2,2%, respectivamente. Parte deste comportamento explica-se por modelos PHEV propiciarem a experiência de veículo elétrico com maior autonomia por possuir um motor híbrido. Observe-se que, na edição anterior desta nota técnica, o *roadmap* de licenciamento de novas tecnologias projetava que os eletrificados alcançariam a marca de 7,7% do licenciamento em 2028, um crescimento menos rápido do que o projetado atualmente, com participação mais significativa de veículos híbridos (HEV) e híbridos *plug-in* (PHEV) do que de elétricos a bateria (BEV) (EPE, 2023a).

BOX 2

CATEGORIAS DE ELETRIFICADOS



Combustível

Gasolina C e Etanol ¹	Gasolina C e Etanol ¹	Eletricidade, Gasolina C e Etanol ¹	Eletricidade

Consumo energético² (MJ/km)

1,55	1,1 – 1,9	0,8	0,41 – 0,66
------	-----------	-----	-------------

Há ainda outra categoria de veículo eletrificado como, por exemplo, o veículo elétrico a célula a combustível (FCEV – *fuel cell electric vehicle*).

Veículos elétricos = BEV + PHEV + FCEV

Veículos eletrificados = Veículos elétricos + HEV + MHEV



¹ HEV Flex.
² Entre sub compactos, compactos e médios, de acordo com o Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV) (INMETRO, 2024).

A eletrificação acelerada está relacionada a uma série de fatores. Mundialmente, as vendas de veículos elétricos chegaram a 14 milhões de unidades, representando 18% dos veículos vendidos em 2023 e um aumento significativo em relação a anos anteriores. Apesar de o crescimento seguir concentrado no mercado chinês (60%), europeu (25%) e estadunidense (10%), esses países representam cerca de dois terços das vendas totais de automóveis, o que significa que uma transição para eletromobilidade nesses mercados tem grande repercussão nas tendências globais (IEA, 2024).

Parte desse aumento é explicado pela evolução técnica e disponibilidade de novos modelos. Enquanto em 2019 havia cerca de 250 modelos de veículos elétricos no mercado, em 2023 a disponibilidade se aproximou de 600 modelos, com destaque para o crescimento na participação de SUVs e outros de maior porte, seguindo a mesma tendência dos veículos convencionais. Preocupações sobre autonomia e disponibilidade de infraestrutura de carregamento para viagens de longa distância também contribuem para aumentar o apetite por modelos maiores com maior autonomia (IEA, 2024).

O crescimento também se deve aos investimentos cada vez maiores em infraestrutura de recarga, e aos incentivos e subsídios dos governos. Desde 2020, US\$ 130 bilhões foram desembolsados pelos Estados Unidos e União Europeia. Outro fator chave para o crescimento das vendas é a queda de preços dos veículos elétricos à medida que os preços das baterias caem, que a concorrência se intensifica e as montadoras alcançam economias de escala. Não obstante, na maioria dos casos, os carros elétricos continuam mais caros do que os modelos equivalentes de combustão interna, apesar desse diferencial de preços ser cada vez menor, principalmente na China (IEA, 2024).

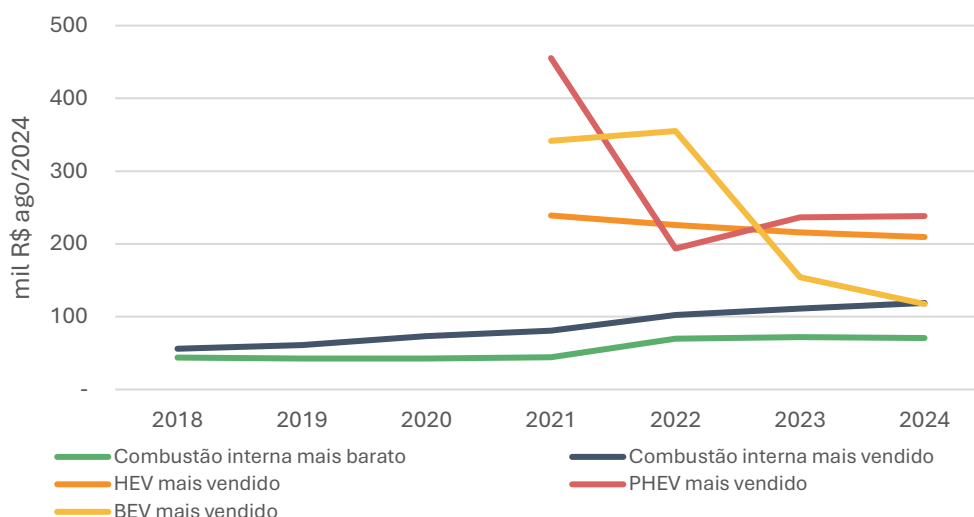
Entretanto, o inicial otimismo de montadoras e usuários potenciais dos veículos elétricos vem dando lugar a reflexões mais moderadas quanto à maior produção e aquisição desses automóveis. Alguns desafios de natureza desde regulatória até questões individuais preferenciais se mostram relevantes para a construção do cenário dos eletrificados, tanto no Brasil quanto no mundo.

Segundo a Organização Latino-Americana de Energia (OLADE), questões como a má distribuição de eletropostos de recarga, o descarte do veículo e de suas peças e o alto custo de aquisição desses automóveis se postulam como barreiras à entrada mais aprofundada dos veículos elétricos na América Latina e Caribe. Outros pontos também são colocados, tais como a falta de formação de técnicos e de postos de manutenção especializados, a necessidade de formulação de leis e regulamentações que integrem e promovam o uso de modos de transporte sustentáveis e inclusivos e a promoção de estudos sobre as características específicas dos veículos elétricos, como autonomia e rendimento energético, adaptados às condições socioeconômicas, físicas e climáticas de cada local (OLADE, 2024).

Desde o início do ano de 2024, observa-se uma queda na expectativa otimista quanto ao grande número de vendas de novos veículos elétricos, principalmente na Europa e nos EUA. As montadoras e concessionárias enfrentam dificuldades de preservar ou aumentar seus lucros frente à enorme competição de novos modelos de automóveis, além de se depararem com uma nova incerteza quanto à força da transição energética com menor intensidade de carbono. Com o fim de subsídios governamentais, a falta de autonomia dos veículos, a desvalorização dos usados e a insuficiência de infraestrutura de recarga adequada, a desaceleração da venda dos automóveis elétricos vem se intensificando (FECOMBUSTÍVEIS, 2024a).

No Brasil, o preço médio dos veículos eletrificados mais vendidos registrou queda substancial nos últimos anos, conforme mostra o Gráfico 4. Em paralelo, preços de modelos a combustão interna produzidos domesticamente se elevaram, em muito justificado pela elevação do nível de tecnologia embarcada nos veículos novos, chegando a patamares próximos e/ou superiores a R\$ 100 mil. Por conseguinte, o diferencial entre modelos a combustão interna e eletrificados tem diminuído, o que tende a estimular o aumento nas vendas de HEV, PHEV e BEV (EPE, 2024c). Não obstante, o aumento dos preços dos automóveis e a renda média do trabalhador brasileiro revelam que a aquisição de um automóvel novo no país compromete uma parcela elevada de renda (EPE, 2024c). Essa observação contribui para entender por que a eletrificação tem se dado de maneira mais representativa no segmento premium.

Gráfico 4 – Preços de veículos selecionados no Brasil



Fonte: Elaboração própria, a partir de (ABVE, 2024; FENABRAVE, 2024b)

A isenção tributária ainda é um fator importante para o crescimento dos eletrificados no Brasil. Em 2015, foi instituído um regime tributário diferenciado para a importação de veículos eletrificados com vistas a inserir o Brasil “em novas rotas tecnológicas, disponibilizando ao consumidor veículos com alta eficiência energética, baixo consumo de combustíveis e reduzida emissão de poluentes” (PNME, 2023). Dessa forma, o imposto de importação foi reduzido de 35% para uma faixa de 0% a 7%, de acordo com as características do veículo.

Entretanto, com a entrada de produtos chineses de menor custo, que despontam entre os modelos de veículos eletrificados mais vendidos no Brasil, o enquadramento tributário foi objeto de reiteradas discussões junto ao governo federal. Assim, no final de 2023 foi publicada a Resolução GECEX nº 532 que retoma gradualmente a tributação dos eletrificados com o objetivo de desenvolver a cadeia automotiva nacional, acelerar o processo de descarbonização da frota brasileira e contribuir para o projeto de neindustrialização do país, cujas bases são a inovação, a sustentabilidade e o fortalecimento do mercado interno, com geração de emprego e renda (BRASIL, 2023).

Dessa forma, a partir de julho de 2024, o imposto de importação para os veículos 100% elétricos passa de 10% para 18%; depois, em 2025, para 25%, retomando o patamar de 35% em julho de 2026. Já no caso dos híbridos *plug-in*, passam a apresentar alíquota de 20% em 2024, chegando a 28% em 2025, e iguala os elétricos, chegando a 35%, em julho de 2026. A Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) defende a retomada imediata do imposto de 35%, motivada pela defesa da indústria local. Números divulgadas pela ANFAVEA demonstram que as importações de veículos devem ultrapassar as exportações até o final do ano de 2024, o que desincentiva a produção nacional, a geração de emprego e de renda para o país. De acordo com a ANFAVEA, 78%

de tais importações são derivados de carros chineses, eletrificados (FECOMBUSTÍVEIS, 2024b). Em um contexto em que, internacionalmente, os principais países desenvolvidos retomam impostos de importação como maneiras protecionistas de sua indústria nacional¹⁰, a ANFAVEA defende movimentação similar no âmbito nacional.

O governo brasileiro, por sua vez, no sentido de fortalecer a indústria automotiva nacional, lança o Programa Mover, que também deve contribuir com o desenvolvimento da cadeia de veículos eletrificados no Brasil uma vez que foca em descarbonização, inovação e eficiência energética. O Programa prevê um total de R\$ 19,3 bilhões de créditos financeiros entre 2024 e 2028, que poderão ser utilizados por empresas habilitadas para abatimento de impostos federais em contrapartida a investimentos realizados em P&D e em novos projetos de produção. Desde a criação do Programa, 121 empresas já se habilitaram, impulsionando investimentos privados na indústria automotiva da ordem de R\$ 130 bilhões (MDIC, 2024e). Parte significativa desse montante está direcionada aos veículos eletrificados, conforme apresenta a Tabela 1.

Entretanto, importante apontar a crescente proporção de investimentos em veículos híbridos *flex*, que suportam o abastecimento com etanol ou gasolina, o que facilitaria a transição tanto por parte do produtor, quanto por parte do próprio consumidor. Além disso, a aposta em veículos que não sejam 100% elétricos, permitiria uma transição menos disruptiva, porém ainda sustentável, que manteria o funcionamento de fábricas automotivas e seus fornecedores de insumos e autopeças, não gerando um alto nível de desemprego e geração de renda.

Tabela 1 – Investimentos das principais montadoras

Fabricante	Investimento (R\$ 2024)	Objeto	Região
Toyota	R\$ 11 bilhões	Híbridos <i>flex</i>	SP
Hyundai	R\$ 5,4 bilhões	Híbridos, elétricos e carros a hidrogênio	SP e GO
BYD	R\$ 5,5 bilhões	Híbridos e elétricos	Bahia
GM	R\$ 7 bilhões	Híbridos	Brasil
Stellantis	R\$ 30 bilhões	Híbridos e elétricos	MG, PE e RJ
Volkswagen	R\$ 16 bilhões	Híbridos, elétricos e total <i>flex</i>	Brasil
GWM	R\$ 10 bilhões	Híbridos e elétricos	SP
Renault	R\$ 5,1 bilhões	Híbridos e elétricos	PR
CAOA	R\$ 4,5 bilhões	Híbridos e elétricos	GO
Nissan	R\$ 2,8 bilhões	Híbridos e elétricos	Brasil
Volvo	R\$ 1 bilhão	Infraestrutura	PR
JLR	R\$ 5,9 milhões	Baterias	SP
GAC	R\$ 5,2 bilhões	Híbridos e elétricos	Brasil
BMW	R\$ 500 milhões	Híbridos e elétricos	SC

Fonte: (MDIC, 2024f; MDIC, 2024g)

¹⁰ Em 2024, muitos países aumentaram suas tarifas de importação: EUA e Canadá aumentaram suas tarifas para 100%; já a União Europeia aprovou a adoção de tarifas que podem chegar a até 45,3% (CNN, 2024).

ELÉTRICOS NOS APLICATIVOS DE TRANSPORTE

Em 2024, os aplicativos de transporte compartilhado lançaram categorias exclusivas para veículos eletrificados e firmaram acordos com o objetivo de ampliar a participação dessa categoria.

A Uber anunciou uma parceria global com a montadora chinesa BYD com a meta de adicionar 100 mil veículos elétricos na frota utilizada por seus motoristas. Além de financiamento com condições especiais, a parceria prevê um plano de descontos para carregamento, manutenção e seguro. De acordo com a Uber, os motoristas do aplicativo estão fazendo a transição para carros elétricos cinco vezes mais rapidamente do que um proprietário normal.

No Brasil, a 99 Taxi pretende alcançar 20 mil carros elétricos na frota até 2025. Atualmente, já são 4,1 mil veículos elétricos. A estratégia da empresa está focada na locação de carros elétricos para os motoristas oferecendo vantagens em comparação ao aluguel de veículos a combustão. Adicionalmente, em setembro de 2024, foi lançada uma nova categoria de corridas, que se mostra exclusiva para carros elétricos e híbridos. Ofertada apenas em São Paulo, a previsão é de que em 2025, mais cidades tenham tal alternativa disponível. Há também planos para expandir o uso de motos elétricas, com 2 mil delas em uso na plataforma até o fim de 2024 e 10 mil até 2025.

Fonte: (99, 2024; INSIDE EVs, 2024; AUTODATA, 2024b; AUTO ESPORTE, 2024; EXAME, 2024)

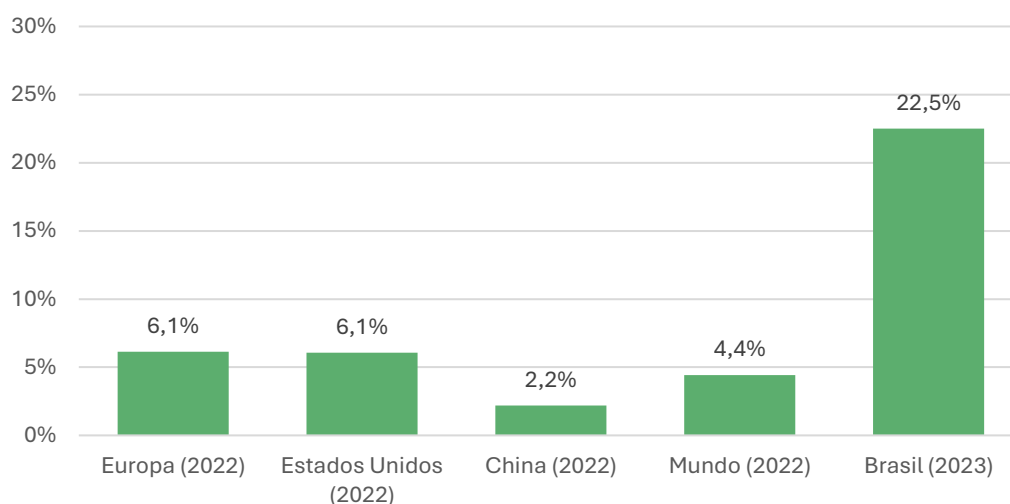
Nesse contexto de eletrificação, é essencial adotar uma visão crítica sobre as motivações e caminhos possíveis para cada país na trajetória de descarbonização. De acordo com a IEA, a eletrificação dos transportes rodoviários será a principal medida para reduzir as emissões de GEE desse setor globalmente. No cenário de políticas vigentes desta agência, os veículos eletrificados já representariam quase 40% das vendas mundiais em 2030, patamar que salta para 65% no cenário de emissões líquidas nulas (IEA, 2023a).

A eletromobilidade como modelo dominante de descarbonização dos transportes tem impulsionado países da União Europeia (UE), bem como China e Estados Unidos a desenvolverem suas cadeias de produção de veículos eletrificados tanto para atender as demandas ambientais, como para garantir sua relevância e competitividade no mercado. Nesse sentido, uma série de políticas foram anunciadas, como os novos padrões de emissões adotados no Canadá, na União Europeia e nos Estados Unidos ao longo de 2023, além de incentivos industriais, como os do *Inflation Reduction Act* (IRA) dos EUA, o Ato de Indústria *Net Zero* da UE e o 14º Plano Quinquenal da China (IEA, 2024).

A urgência da transição energética, somada às políticas públicas de incentivo e à capacidade de investimento desses países, tende a pressionar outras economias para adoção desse modelo de mobilidade de baixo carbono que não necessariamente é o mais adequado para os países do Sul Global (Ebenezer, et al., 2021). Entre os aspectos a serem considerados, destacam-se questões econômicas e de financiamento, as implicações ambientais da extração de minerais críticos, a importância de garantir uma transição justa e inclusiva, e as oportunidades de descarbonização mais adequadas a cada região.

No Brasil, a existência de uma indústria de biocombustíveis consolidada ao longo de décadas, combinada à infraestrutura de abastecimento, políticas públicas de estímulo aos biocombustíveis e participação expressiva de veículos *flex fuel* na frota de leves, confere uma singularidade ao país. Em 2023, a participação de renováveis na matriz de transportes brasileira foi de 22,5%, enquanto a média mundial não passa de 5%, conforme apresenta o Gráfico 5. Isso demonstra que as soluções de descarbonização já disponíveis no Brasil antecedem em muitos anos o resultado almejado pelo processo de eletrificação que vem ganhando tração em diversas regiões do mundo (CEBRI, BID, EPE e CENERGIA, 2023).

Gráfico 5 – Participação de renováveis na matriz de transportes em regiões selecionadas



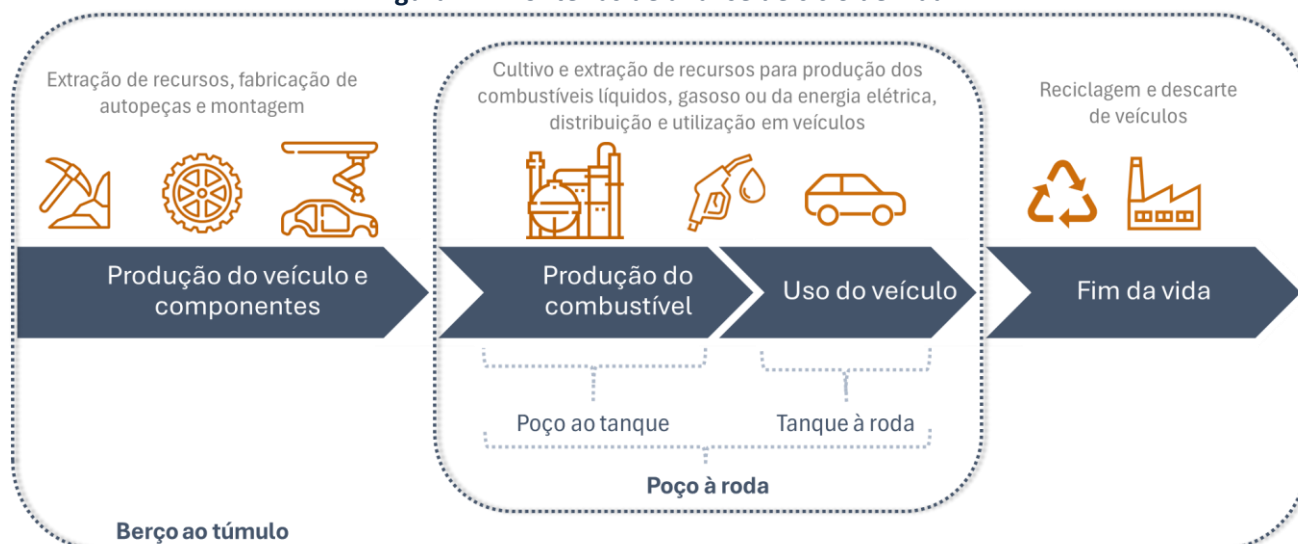
Fonte: (IEA, 2023b; EPE, 2024d)

Embora o Brasil já disponha de soluções locais que têm permitido alcançar baixos níveis de emissões de GEE nos transportes, a eletromobilidade também assumirá um papel na transição energética do país, conforme apontam os cenários *net zero* 2050 desenvolvidos por CEBRI, BID, EPE e CENERGIA (2023). Nesse sentido, a entrada de veículos leves eletrificados comporá a frota existente de forma a aumentar sua eficiência no longo prazo, contribuindo com a menor demanda de energia para esse setor. Ademais, será importante desenvolver soluções nacionais que tenham sinergia com a cadeia de valor da indústria automotiva global, como, por exemplo, o desenvolvimento de veículos elétricos a célula a combustível a etanol e a disseminação da tecnologia híbrido *flex* (CEBRI, BID, EPE e CENERGIA, 2023).

A contabilização das emissões de GEE com base na análise de ciclo de vida (ACV) será cada vez mais relevante para o desenvolvimento e implementação de tecnologias que impulsionem a descarbonização nos diversos setores. No caso dos transportes, o Programa Combustível do Futuro prevê que a metodologia de ACV será utilizada para alinhar as metas de redução de emissões dos transportes leves e pesados com os compromissos internacionais assumidos pelo Brasil no âmbito do Acordo de Paris (BRASIL, 2024b). Além disso, a ACV será o ponto de integração entre as políticas públicas voltadas à mobilidade sustentável – RenovaBio, Programa Mover e Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV).

De acordo com o Combustível do Futuro, a fronteira de avaliação da ACV será do poço-à-roda até 2031, sendo expandida para o escopo do berço-ao-túmulo a partir de 2032 (BRASIL, 2024b). Enquanto o primeiro ciclo visa contabilizar as emissões de GEE oriundas dos processos de produção, distribuição e utilização dos combustíveis nos veículos, o segundo abrange as emissões do poço-à-roda, acrescidas daquelas geradas desde a extração de recursos e na fabricação de autopeças, na montagem e no descarte dos veículos, conforme Figura 1.

Figura 1 – Fronteiras de análise de ciclo de vida



Fonte: Elaboração própria

Em 2022, a EPE realizou um estudo que contou com participação da Associação Brasileira de Engenharia Automotiva (AEA) e diversos agentes do setor que culminou na publicação da nota técnica *Descarbonização do Setor de Transporte Rodoviário – Intensidade de Carbono das Fontes de Energia*, na qual analisou-se a intensidade de carbono das fontes de energia utilizadas no transporte rodoviário no Brasil, abrangendo os processos de produção, armazenamento, distribuição e uso nos veículos – ou seja, do poço-à-roda. O estudo estimou uma redução na intensidade de carbono dos biocombustíveis e da eletricidade entre 2019 e 2032 com base na perspectiva de melhorias técnicas, diversificação de matérias-primas na produção de biocombustíveis, além da entrada de renováveis na matriz elétrica. Por conseguinte, com base na evolução da demanda energética projetada para o período, o estudo concluiu que a intensidade de carbono da matriz de transporte rodoviário no Brasil cairia de 70,89 gCO_{2e}/MJ em 2019 para 66,90 gCO_{2eq}/MJ em 2032, uma redução de 5,6% (EPE, 2022).

Estudos como esse fornecem informações fundamentais para a comparação de alternativas de descarbonização. Não obstante, são necessários avanços metodológicos e detalhamento regional para ampliar a fronteira de análise a fim de realizar avaliações que consideram as especificidades do contexto local. Dessa forma, fatores como a extração de materiais para baterias e peças de veículos, as fontes de energia utilizadas na produção, emissões da logística dos veículos e dos combustíveis, consumo energético e impactos do descarte de veículos ficarão mais evidentes e contribuirão para tornar a avaliação de alternativas de descarbonização dos transportes mais robusta.

FROTA EQUIVALENTE

A promoção de uma transição para veículos elétricos é motivada, em grande parte, pela redução do consumo de combustíveis derivados do petróleo e das emissões associadas.

No entanto, mesmo no caso dos veículos leves, em que a eletrificação avança mais rapidamente nos novos licenciamentos, espera-se um crescimento pouco expressivo em termos de participação na frota. Como resultado, o objetivo de reduzir significativamente o consumo de gasolina, principalmente a partir da eletrificação de veículos, pode levar décadas a ser efetivado, considerando o legado da frota de dezenas de milhões de veículos rodando nas ruas do país com motores a combustão interna.

Em contraste, o Brasil apresenta uma participação consolidada de biocombustíveis no transporte, particularmente do etanol, seja hidratado seja anidro compondo a gasolina C no abastecimento da frota de veículos leves, que é majoritariamente composta por veículos *flex fuel*. Pode-se afirmar que a consequência do uso de biocombustíveis é justamente a de reduzir o consumo de derivados – papel semelhante ao que se espera dos veículos elétricos no longo prazo, executando o mesmo serviço.

Sob essa perspectiva, este box apresenta um exercício simplificado com o objetivo de identificar quantos veículos elétricos a bateria (BEVs) seriam necessários para equiparar a contribuição atual do etanol em termos de redução de consumo de gasolina no Brasil.

Nessa abordagem simplificada, calcula-se uma frota hipotética movida exclusivamente a etanol para estimar quantos veículos o volume consumido atualmente deste biocombustível seria capaz de abastecer.

$$\text{Frota hipotética movida exclusivamente a etanol} = \frac{\frac{\text{Volume de etanol} * \text{Densidade energética}}{\text{Eficiência do veículo}}}{\text{Deslocamento médio de um veículo por ano}}$$

Considerando que o padrão de uso dos veículos pela população (distância média percorrida) se mantém independentemente do tipo do veículo utilizado (*flex* ou BEV), a frota hipotética de BEV para se equiparar ao papel que o etanol já desempenha hoje, é de cerca de 21 milhões de veículos.



Sob as mesmas premissas, estima-se que cada 1 bilhão de litros adicionais de etanol hidratado ofertados anualmente no país equivalem à redução de demanda de gasolina proporcionada por cerca de 600 mil BEVs.

3. Metodologia para estimativa da demanda de energia para leves

3.1. Modelo

O Modelo de Demanda Energética de Veículos Leves da EPE¹¹ caracteriza-se como um modelo contábil de uso final a partir do qual são calculadas as demandas de gasolina (A e C), de etanol anidro, etanol hidratado, diesel e eletricidade de veículos leves (automóveis e comerciais leves) em um determinado ano ou horizonte temporal. De modo geral, a demanda de um dado combustível é obtida a partir das informações de frota circulante de acordo com cada combustível, distância média anual percorrida e eficiência média dos veículos.

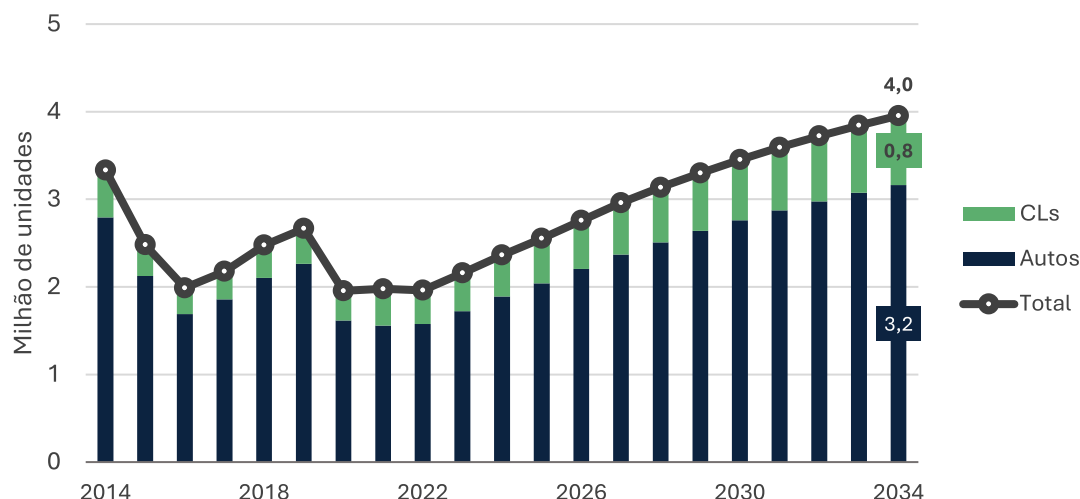
3.2. Premissas

A projeção do licenciamento de veículos leves utilizada para o cálculo da demanda de energia para esses veículos no horizonte 2025 – 2034 tem como base o Cenário de Referência do Caderno de Premissas Demográficas e Econômicas dos Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2034 (EPE, 2024a). No cenário de referência, o crescimento da renda, melhora do mercado de trabalho, inflação mais controlada e menor custo de crédito devem impulsionar o consumo das famílias, com aumento na demanda por serviços e por bens de consumo. Por essa perspectiva, espera-se que o financiamento de veículos seja impactado positivamente, refletindo no aumento do licenciamento.

Nesse contexto, projeta-se o crescimento do licenciamento de automóveis e comerciais leves a uma taxa média anual de 5,7% (2023-2034), atingindo a marca de 3,9 milhões de veículos novos vendidos no último ano do horizonte temporal (Gráfico 6). Em um primeiro momento, o licenciamento irá apenas compensar o sucateamento da frota, resultando na estabilização da frota circulante de veículos leves. Contudo, a partir da segunda metade da década de 2020, a maior renda *per capita* permitirá o aumento das vendas em patamar superior ao sucateamento, promovendo então o crescimento mais significativo da frota circulante. Como resultado do licenciamento observado nos últimos anos e o sucateamento veicular, estima-se que a frota brasileira de veículos leves tenha totalizado 39,7 milhões de unidades em 2023 (EPE, 2024b). Já a frota de motocicletas foi estimada em 33,0 milhões de unidades neste mesmo ano (ABRACICLO, 2023). Dessa forma, projeta-se que em 2034 a frota de automóveis e comerciais leves atingirá a marca de 47 milhões de veículos (Gráfico 7).

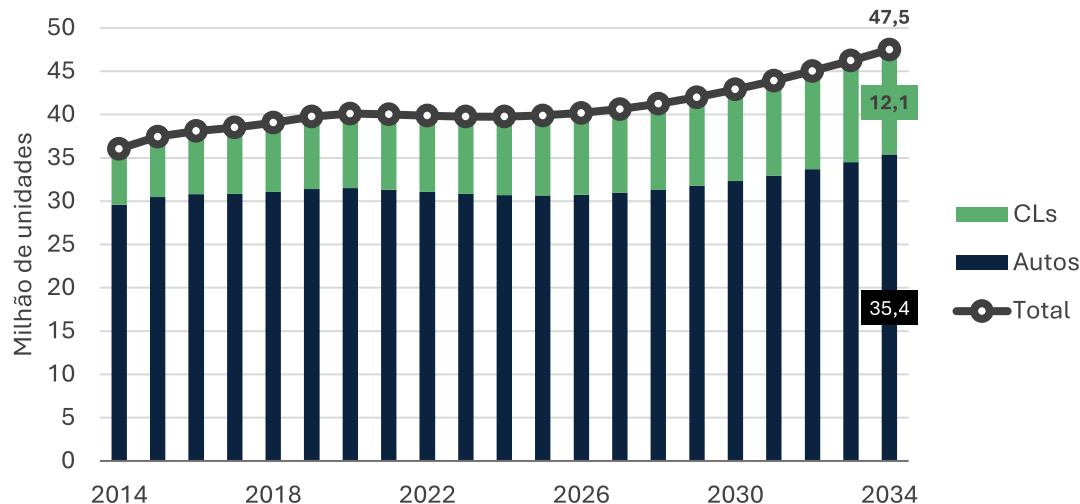
¹¹ Maiores detalhes sobre o modelo estão disponíveis em (Stelling, da Costa, do Valle, & Ventorim, 2012).

Gráfico 6 – Licenciamento total de automóveis e comerciais leves no Brasil



Fonte: Elaboração própria a partir de (EPE, 2024f)

Gráfico 7 – Frota circulante de automóveis e comerciais leves no Brasil

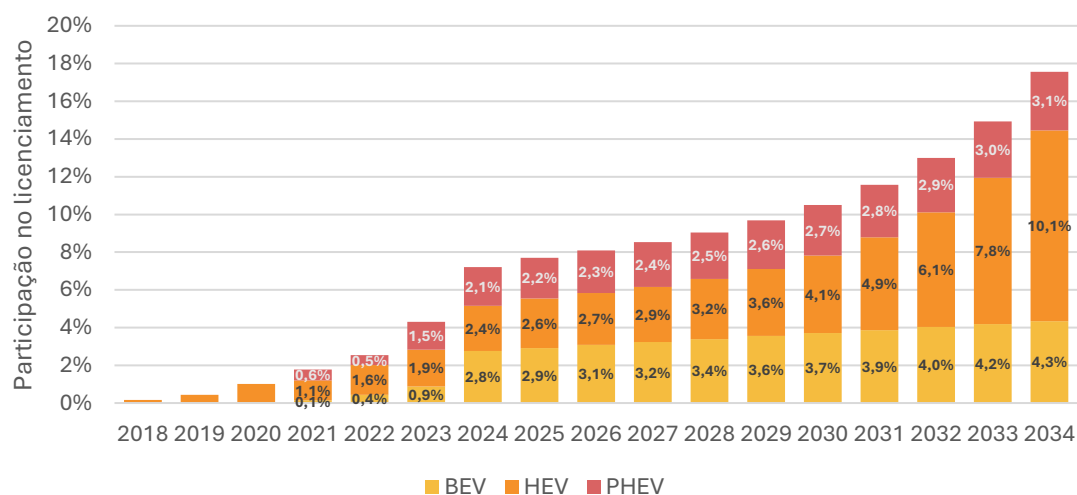


Fonte: Elaboração própria a partir de (EPE, 2024f)

A entrada de veículos novos, eletrificados ou a combustão interna, se configura como um fator importante na modificação do perfil da frota, seja em termos de redução da idade média, seja em termos de participação do combustível utilizado e eficiência. Nesse sentido, a evolução do perfil de licenciamento de referência foi definida em função dos avanços tecnológicos obtidos, das perspectivas de crescimento da economia, dos incentivos concedidos através de programas e políticas governamentais, além do histórico observado nos últimos anos e demais aspectos abordados na contextualização. Contemplou-se, ainda, a singularidade do mercado nacional de combustíveis, que disponibiliza etanol hidratado em todos os postos de abastecimento.

Com base nessas considerações, projeta-se que até o final do período o perfil de vendas de automóveis será majoritariamente a combustão interna e *flex fuel*. Os eletrificados, por sua vez, alcançarão 17,6% do licenciamento de veículos leves em 2034, conforme detalha o Gráfico 8.

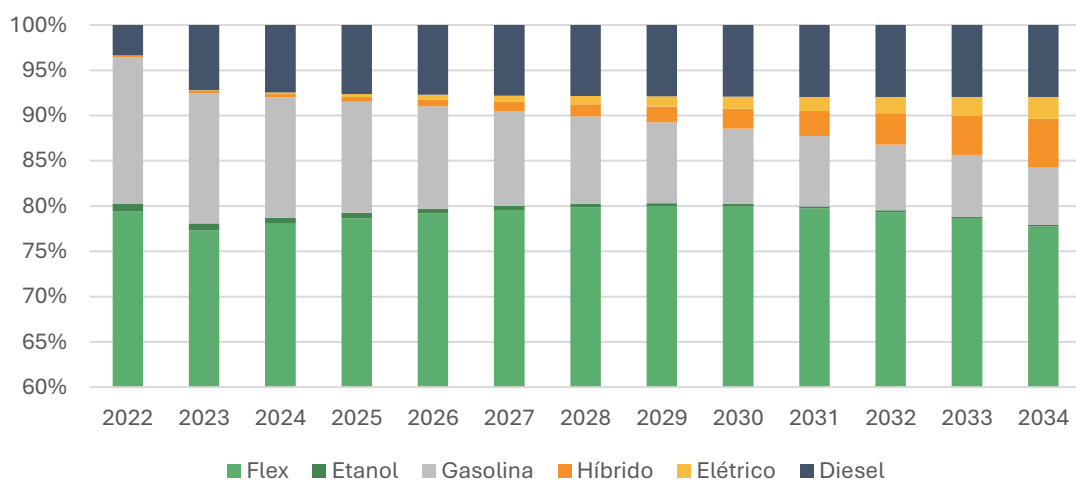
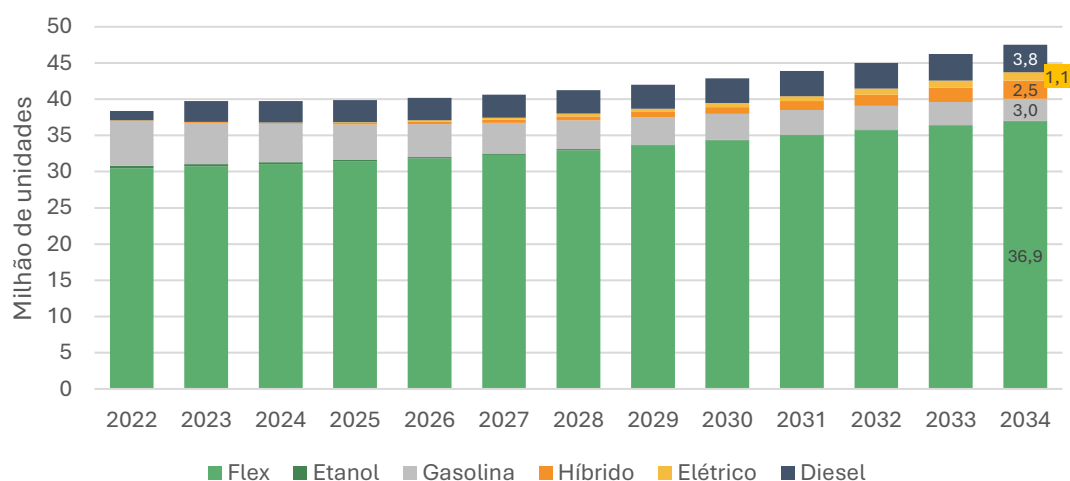
Gráfico 8 – Projeção de licenciamento das novas tecnologias veiculares



Fonte: Elaboração própria a partir de (EPE, 2024f)

Dessa forma, os veículos *flex fuel*, que correspondiam a 77% da frota de veículos leves em 2023, continuarão representando a maior parcela da frota em 2034 (Gráfico 9).

Gráfico 9 – Frota de veículos leves 2022 – 2034



Fonte: Elaboração própria a partir de (EPE, 2024f)

Além das projeções de licenciamento e perfil da frota circulante, o cálculo da demanda energética de veículos ciclo Otto também considerou os seguintes aspectos:

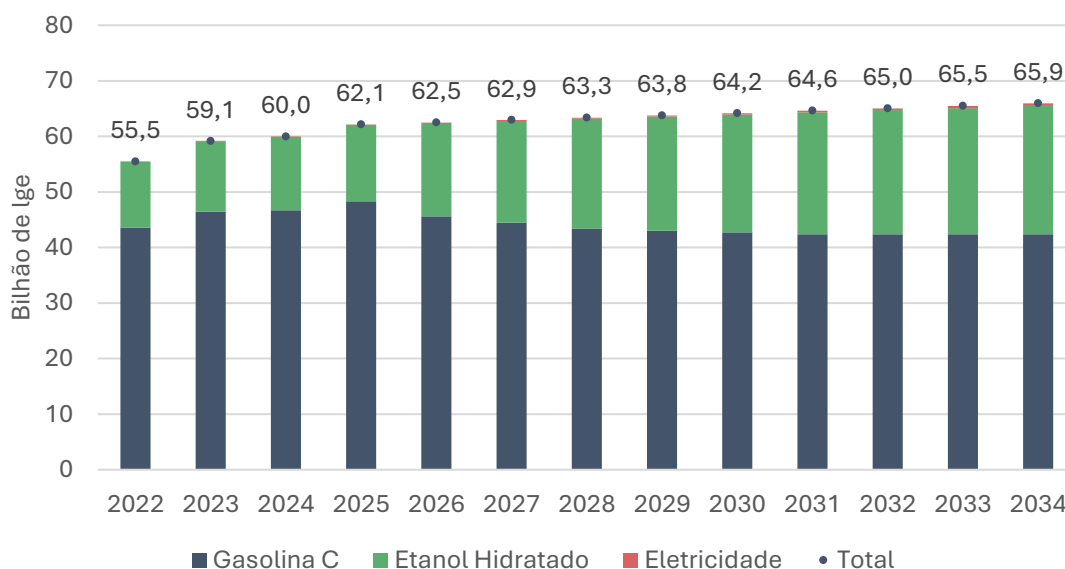
- **Evolução da eficiência veicular:** admitiu-se um ganho de 1,0% a.a. na eficiência média dos veículos novos que entram em circulação no país;
- **Escolha entre etanol hidratado e gasolina C:** a variável preferência do consumidor *flex fuel* é função da evolução do preço relativo entre estes combustíveis que, por sua vez, resulta de diversos fatores como atratividade do açúcar no mercado internacional, variação do preço do Brent e dos derivados de petróleo internacionalmente, a evolução do parque de refino internacional e doméstico, além da evolução da tributação nacional;
- **Mistura obrigatória de etanol anidro:** assumiu-se que o teor de anidro obrigatório adicionado à gasolina A será mantido em 27% em todo o período de estudo (MAPA, 2015)¹²;
- **Categorias de veículos leves:** os automóveis serão os veículos leves predominantes no licenciamento, embora haja uma crescente participação dos comerciais leves (incluindo SUVs).

¹² A Lei do Combustível do Futuro prevê a possibilidade de o percentual mandatório de mistura ser alterado. Contudo essa alteração somente ocorrerá após aprovação do Conselho Nacional de Política Energética – CNPE, sem previsão.

4. Resultados para demanda de energia dos veículos leves

Considerando a trajetória de licenciamento e demais premissas descritas anteriormente, obtém-se a curva de referência de demanda de energia dos veículos leves de 2025 a 2034, conforme mostra o Gráfico 10. Estima-se um incremento de aproximadamente de 6,8 bilhões de litros de gasolina equivalente (lge) em relação ao patamar de 2023, alcançando 65,9 bilhões de lge em 2034, o que representa uma taxa de crescimento média de 1,0% a.a. no horizonte decenal.

Gráfico 10 – Projeção de demanda de energia dos veículos leves



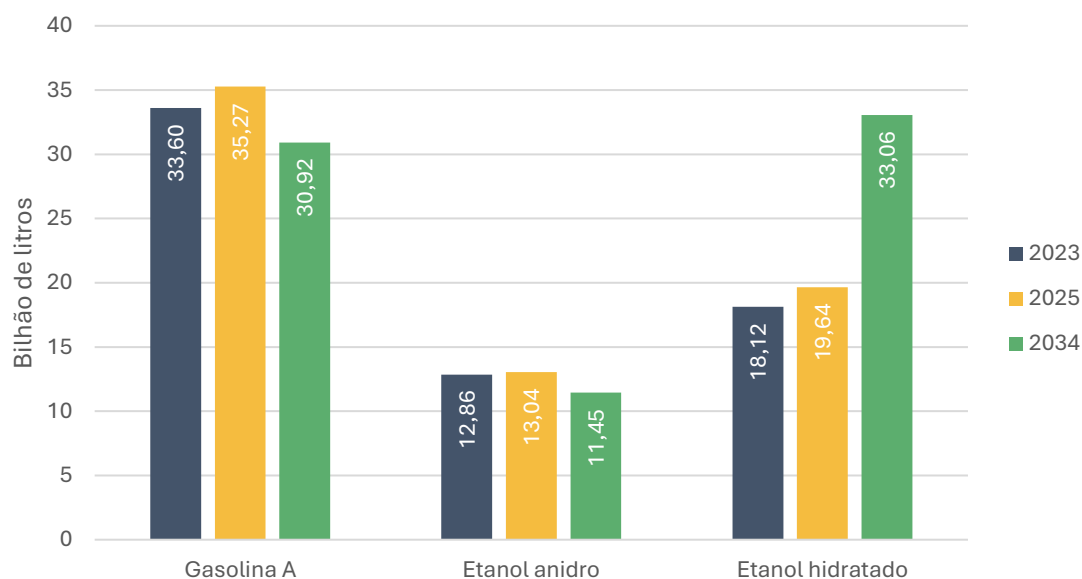
Fonte: Elaboração própria

De acordo com o Relatório do Balanço Energético Nacional (EPE, 2024d), o consumo de gasolina A em 2023 foi de 33,6 bilhões de litros. Esse volume foi destinado a compor, junto ao etanol anidro, os 46,6 bilhões de litros de gasolina C voltados ao atendimento de veículos dedicados a gasolina e veículos *flex fuel* que optaram por consumir este combustível. Estima-se que a demanda de gasolina A atingirá seu pico em 2025, chegando ao fim do horizonte decenal com o volume anual de 30,9 bilhões de litros. Em paralelo, a demanda de gasolina C é estimada em 42,4 bilhões de litros em 2034.

Esses volumes representam uma queda de aproximadamente 12% entre 2025 e 2034 que se refletiria também na demanda por etanol anidro, caso o percentual de mistura obrigatória se mantivesse em 27%. Nesse cenário, o etanol anidro, que apresentou consumo 12,9 bilhões de litros em 2023, chegaria em 2034 com uma demanda volumétrica de 11,4 bilhões de litros.

Por outro lado, são esperados aumentos na demanda por outras fontes de energia para o abastecimento da frota crescente de veículos leves. No caso do etanol hidratado, a demanda partiria dos 18,1 bilhões de litros registrados em 2023, para cerca de 33 bilhões de litros ao fim do período decenal, um crescimento de médio de 5,9% a.a. entre 2025 e 2034. Por fim, a demanda de eletricidade para carregamento de veículos elétricos a bateria e híbridos *plug-in* deve crescer 6x entre 2025 e 2034, alcançando 3,8 TWh.

Gráfico 11 - Projeção segregada por combustível em anos selecionados



Fonte: Elaboração própria

4.1. Análises de sensibilidade

4.1.1. Variações na oferta de etanol

A EPE apresenta periodicamente na Nota Técnica Cenários de Oferta de Etanol e Demanda do Ciclo Otto (EPE, 2024g) três cenários para oferta de etanol no Brasil – um cenário de referência, um cenário de Crescimento Alto e outro de Crescimento Baixo. De modo geral, esses cenários se diferenciam pelo grau de sucesso de políticas governamentais, como o RenovaBio, pelas perspectivas de ampliação da capacidade instalada e de melhoria do rendimento industrial.

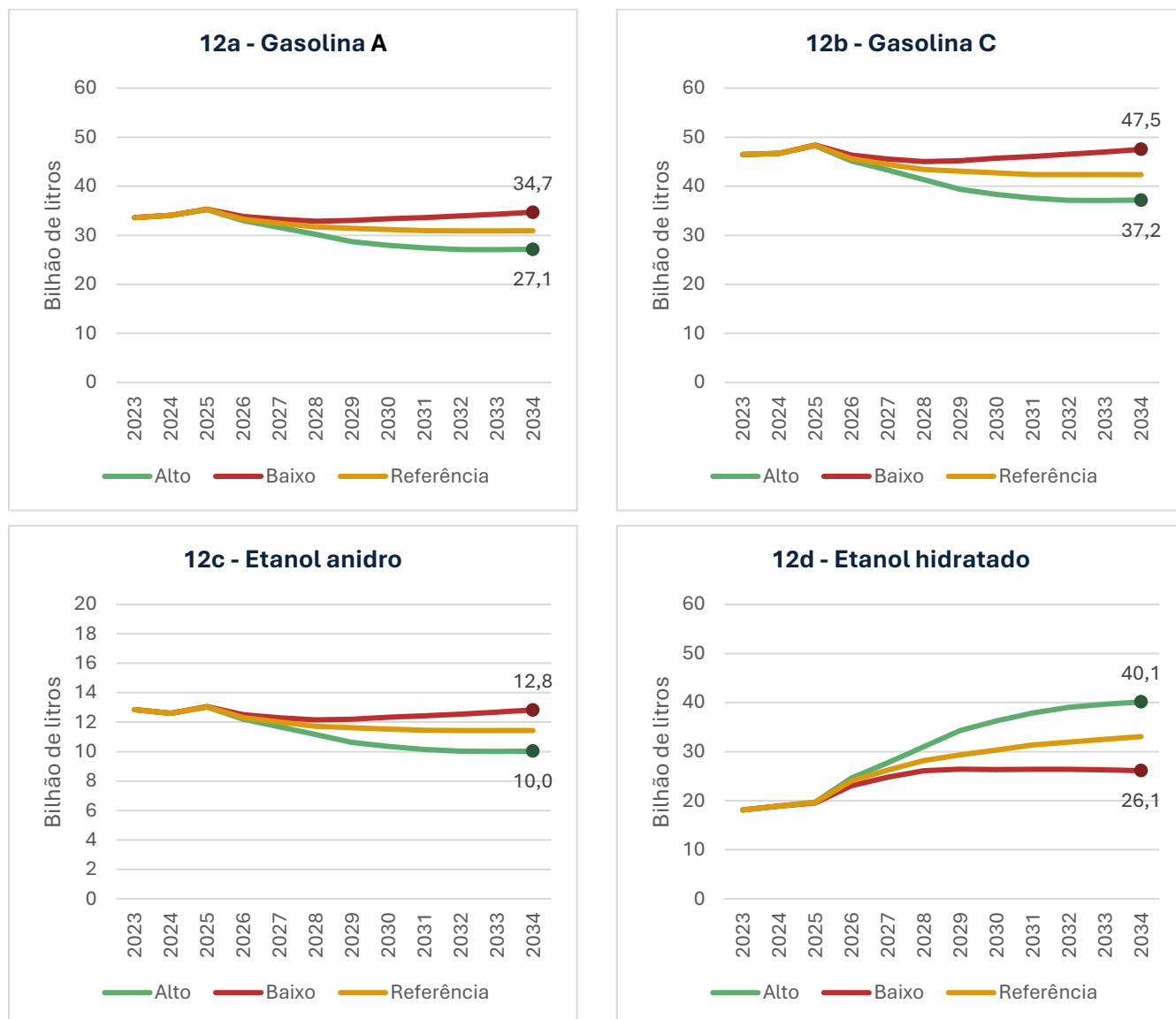
As variações na oferta de etanol tendem a influenciar a demanda de gasolina e, por conseguinte, a demanda total de combustíveis. Por essa razão, os cenários de oferta de etanol foram utilizados para avaliar possíveis variações na demanda energética da frota nacional de veículos do ciclo Otto.

A partir da demanda de gasolina C, foram calculadas as parcelas de gasolina A e etanol anidro, conforme percentual de mistura obrigatória estabelecido em legislação. A parcela de anidro foi então deduzida da oferta total de etanol de cada cenário, sendo o volume restante direcionado ao mercado na forma de etanol hidratado. Os resultados dessa análise de sensibilidade são apresentados e discutidos a seguir.

Cenário Alto. Em um cenário com elevada oferta de etanol total e manutenção dos demais parâmetros (demanda total de combustível e percentual de mistura de etanol anidro), a tendência é de que uma parcela maior de etanol hidratado seja direcionada ao mercado, conforme mostra linha verde do Gráfico 12d. Esse aumento pode influenciar o preço desse combustível, aumentando sua atratividade em comparação à gasolina C. Por conseguinte, a demanda de gasolina C tende a cair no cenário Alto, como mostra o Gráfico 12b.

Cenário Baixo. Já no cenário com menor oferta de etanol total, observa-se o movimento inverso. Isto é, a demanda e gasolina C aumenta em relação ao cenário de referência, fazendo com que um maior volume de etanol anidro seja demandado e, conseqüentemente, a oferta de etanol hidratado no mercado seja reduzida.

Gráfico 12 – Projeção de combustíveis nos cenários de oferta de etanol Alto, Baixo e Referência



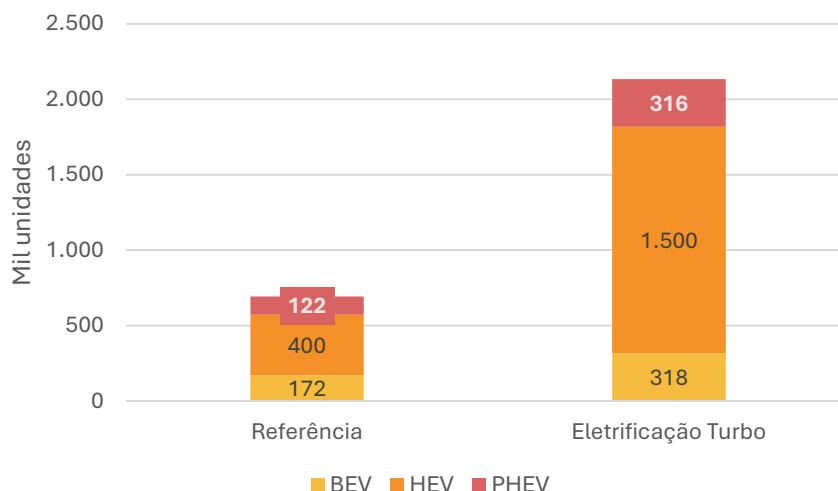
Fonte: Elaboração própria

4.1.2. Eletrificação turbo

O Brasil apresenta um perfil bastante específico no que se refere às possibilidades de descarbonização de sua matriz de transporte, especialmente devido à disponibilidade de biocombustíveis. No entanto, a eletrificação de veículos leves tem ganhado espaço nos últimos anos, apesar de desafios como o custo dos veículos e a infraestrutura de carregamento, já discutidos anteriormente. Em um contexto de mudanças rápidas e incertezas, a elaboração de cenários torna-se essencial para avaliar potenciais transformações nesse setor.

Nesse sentido, foi construída uma curva de penetração tecnológica alternativa, com maior destaque para as tecnologias eletrificadas. Nesta proposta, ao fim do período decenal, a participação de eletrificados no licenciamento de veículos leves alcança 55,4% em 2034, sendo 39,4% de híbridos, 8,0% de híbridos *plug-in* e 8,1% elétricos puros. As projeções consideraram a mesma quantidade de unidades licenciadas na trajetória de referência do PDE 2034 que, à luz dos novos percentuais, alcançam 1,5 milhão veículos híbridos, 316 mil híbridos *plug-in* e 318 mil elétricos, contrapondo os 400 mil híbridos, 122 mil *plug-in* e os 172 mil elétricos na trajetória de referência (Gráfico 13).

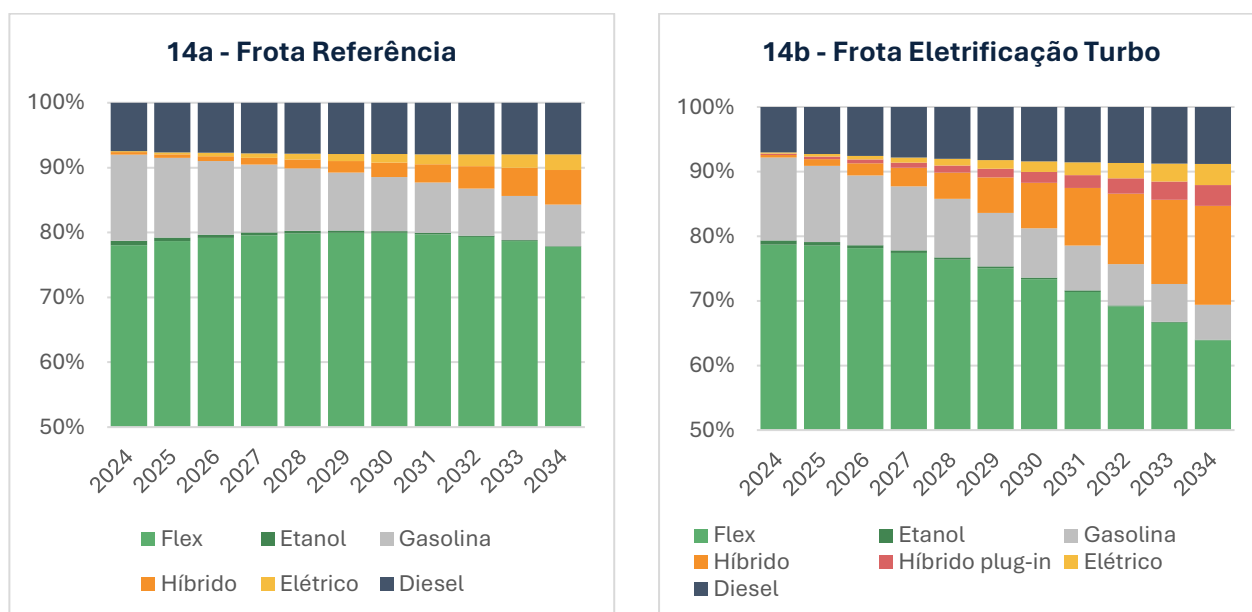
Gráfico 13 – Licenciamento no cenário de referência e no cenário de eletrificação turbo em 2034



Fonte: Elaboração própria

Como resultado do licenciamento acelerado de eletrificados, a frota de veículos leves assume um novo perfil. Os veículos *flex* continuam com participação predominante, embora menor do que no cenário de referência. Já os eletrificados, que no cenário de referência representam 8% da frota em 2034, passam a 22% no cenário de eletrificação turbo (Gráfico 14);

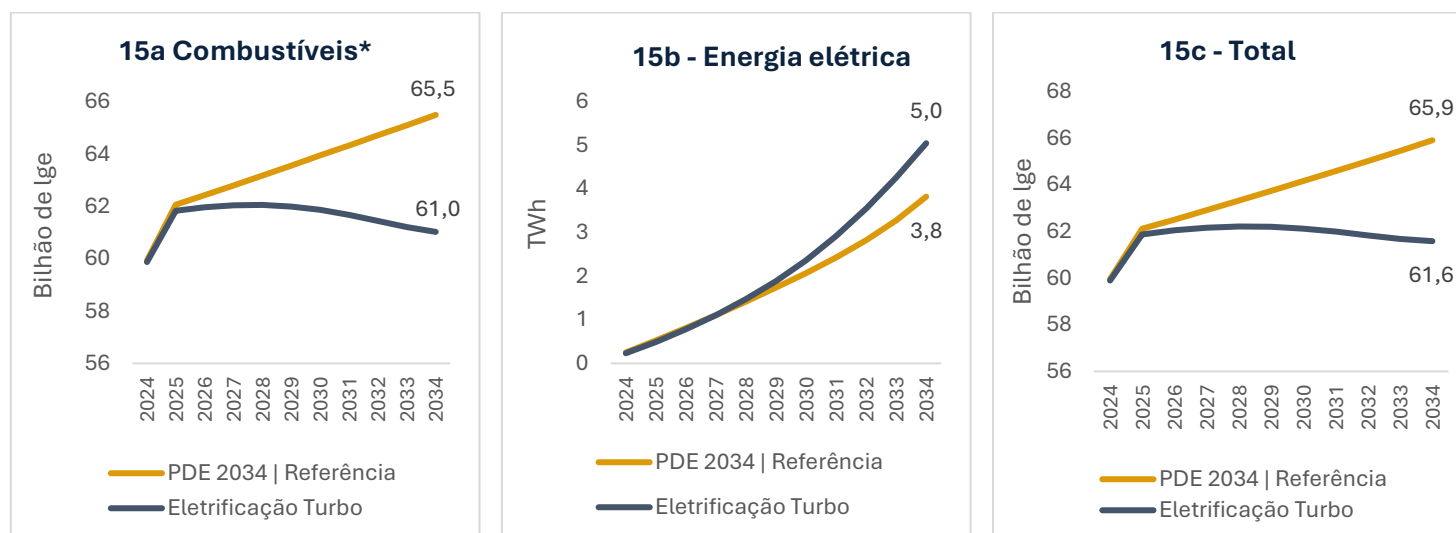
Gráfico 14 – Frota de veículos leves no cenário de referência e no cenário de eletrificação turbo



Fonte: Elaboração própria

Com essa proposta, haveria uma redução de aproximadamente 4,5 bilhões de litros de gasolina equivalente (lge) na demanda de combustíveis para veículos leves em 2034 em comparação com a trajetória de referência. Na divisão por energético, a gasolina C teria uma redução de 4,8 bilhões de lge (-11%) e o etanol hidratado teria um pequeno aumento de 0,37 bilhões de lge (+2%). Adiciona-se que, para atender essa nova participação de eletrificados que somam 22% da frota, a demanda elétrica para carregamento de veículos híbridos plug-in e elétricos a bateria chegaria a 5,0 TWh no final do período, um aumento de 32% em relação à trajetória de referência. Ao todo, a demanda energética no cenário de Eletrificação Turbo é 6,6% menor do que no cenário de referência (Gráfico 15).

Gráfico 15 – Demanda energética no cenário eletrificação turbo



* Etanol anidro, hidratado e gasolina A.

Fonte: Elaboração própria.

Considerações finais

A cada edição, a *Nota Técnica de Demanda de Energia de Veículos Leves* se propõe a analisar as novas tendências e seus impactos no consumo energético neste segmento do setor de transporte. Neste ano, a NT inclui em suas análises maiores detalhes da eletrificação veicular, discussão acerca de políticas públicas, do comportamento do consumidor, e como esses fatores influenciam a demanda energética desse segmento do setor de transportes.

Em consonância com as premissas econômicas do *PDE 2034*, projeta-se o crescimento do licenciamento de automóveis e comerciais leves durante a próxima década, com a expectativa de atingir a marca de 3,9 milhões de veículos novos vendidos em 2034. Esse aumento no volume de vendas, superior ao índice de sucateamento, resultará no crescimento da frota circulante, que deverá alcançar 47 milhões de veículos ao final do período analisado. Apesar do licenciamento crescente de veículos eletrificados, a categoria *flex* continuará com a maior participação na frota.

A partir dessa trajetória de referência, estima-se que a demanda de energia para veículos leves atinja 65,9 bilhões de litros de gasolina equivalente em 2034, considerando gasolina C, etanol hidratado e eletricidade. Dentre os principais resultados da projeção, destaca-se (i) a estimativa de que a demanda de gasolina C atinja seu pico em 2025, seguido de um declínio gradual nos anos subsequentes; e, em paralelo, (ii) o crescimento expressivo da demanda de etanol hidratado e eletricidade. Essa projeção sugere uma tendência de redução de emissões de gases de efeito estufa no transporte rodoviário leve, resultado que pode ser impulsionado nos próximos anos com a implementação das medidas da Lei do Combustível do Futuro e do Programa MOVER.

A construção dessa trajetória de referência é uma ferramenta relevante para o país, pois permite identificar as oportunidades e os desafios no abastecimento energético do setor de transporte. Além disso, contribui para que a transição energética no Brasil ocorra com a apropriação adequada de suas riquezas naturais, promovendo-a de forma ainda mais produtiva, sustentável e com baixa emissão de carbono.

Além da trajetória de referência, este documento apresentou duas análises de sensibilidade – uma focada nas variações da oferta de etanol e outra na eletrificação acelerada dos transportes. Tais análises são importantes para avaliar como se comporta a demanda energética em um contexto de rápidas transformações e incertezas. Em particular, a análise de *Eletrificação Turbo* revelou que, caso a eletrificação ocorra de forma mais acelerada, a demanda energética de veículos leves seria 6,6% menor do que na trajetória de referência. Essa redução decorreria do deslocamento da gasolina C. Nesse cenário, a demanda de etanol hidratado permaneceria estável, resultado que pode indicar a resiliência dos biocombustíveis, mesmo em um contexto de eletrificação acelerada.

De fato, os biocombustíveis já desempenham um papel fundamental na matriz de transporte do Brasil, com uma participação significativa de fontes renováveis, especialmente quando comparado a outros países. Em 2023, o consumo de etanol contribuiu para o deslocamento de 25 bilhões de litros de gasolina equivalente, volume suficiente para abastecer uma frota de 21 milhões de veículos, o que equivaleria a uma frota de mesmo tamanho de veículos puramente elétricos, conforme apontado no cálculo da *Frota Equivalente*. Juntos, os resultados da *Frota Equivalente* e do cenário *Eletrificação Turbo* destacam a importância dos biocombustíveis como uma solução de baixo carbono já disponível, e a complementaridade entre esses combustíveis e a eletrificação, que pode ajudar a potencializar a eficiência energética do setor de transportes, bem como a redução das emissões.

Os desdobramentos desse estudo mostram-se relevantes para determinar a magnitude e o alcance das políticas públicas direcionadas ao abastecimento do mercado de veículos leves a combustão interna e eletrificados. O Brasil possui uma série de vantagens comparativas para a descarbonização dos transportes, especialmente no que se refere à produção de biocombustíveis. As análises apresentadas contribuem para aumentar a eficiência sistêmica do planejamento energético do país, contribuindo para que as estratégias adotadas nos próximos anos sejam adequadas e eficazes para atender às demandas futuras e aos compromissos climáticos, com uma visão de médio e longo prazos.

Referências

99. (2024). *99 electric-Pro - A nova categoria premium da 99. (99 Taxi)* Acesso em 03 de outubro de 2024, disponível em <https://99app.com/motorista/categorias/veiculos-eletricos/>
- ABRACICLO. (2023). *Frota Circulante Duas Rodas a Motor*. Acesso em 05 de novembro de 2024, disponível em <https://abraciclo.com.br/frota/>
- ABRACICLO. (2024a). *Frota Circulante Duas Rodas a Motor*. Acesso em 05 de novembro de 2024, disponível em <https://abraciclo.com.br/frota/>
- ABRACICLO. (2024b). *Vendas Varejo*. Acesso em 05 de novembro de 2024, disponível em Abraciclo: <https://www.abraciclo.com.br/site/vendas-varejo-emplacamentos/>
- ABVE. (2024). *Em agosto, veículos plug-in completam um ano na liderança das vendas de eletrificados*. (Associação Brasileira do Veículo Elétrico) Acesso em 03 de outubro de 2024, disponível em <https://abve.org.br/em-agosto-veiculos-plug-in-completam-um-ano-na-lideranca-dos-eletrificados/>
- ANFAVEA. (2024). *Dados Estatísticos para Download*. Acesso em 18 de setembro de 2024, disponível em Anfavea: <https://anfavea.com.br/site/edicoes-em-excel/>
- ANPTrilhos. (2024). *Balanco do setor metroviário de passageiros 2023*. Brasília. Acesso em 23 de outubro de 2024, disponível em <https://anptrilhos.org.br/wp-content/uploads/2024/04/anptrilhos-balanco-setor-2023.pdf>
- AUTO ESPORTE. (2024). *Uber e 99 lançam categorias exclusivas para carros elétricos e híbridos*. (Auto Esporte) Acesso em 03 de outubro de 2024, disponível em <https://autoesporte.globo.com/setor-automotivo/transportes-publicos-e-alternativos-mobilidade/noticia/2024/08/uber-e-99-carros-eletricos-e-hibridos.ghtml>
- AUTODATA. (2024a). *Investimentos da indústria automotiva estão próximos dos R\$100 bilhões*. Acesso em 04 de julho de 2024, disponível em AUTODATA: <https://www.autodata.com.br/noticias/2024/03/06/investimentos-da-industria-automotiva-estao-proximos-dos-r-100-bilhoes/68790/>
- AUTODATA. (2024b). *99 passa a oferecer categoria apenas para eletrificados em São Paulo*. Acesso em 25 de setembro de 2024, disponível em AutoData: <https://www.autodata.com.br/noticias/2024/09/24/99-passa-a-oferecer-categoria- apenas-para-eletrificados-em-sao-paulo/78209/#:~:text=A%2099%20integra%20a%20chinesa,para%20carros%20el%C3%A9tricos%20e%20h%C3%ADbridos.>
- AUTODATA. (2024c). *Vendas de motos têm melhor primeiro semestre em dezesseis anos*. Acesso em 11 de julho de 2024, disponível em AUTODATA: <https://www.autodata.com.br/noticias/2024/07/11/vendas-de-motos-tem-melhor-primeiro-semester-em-dezesseis-anos/74834/>
- Automotive Business. (2024a). *Governo e indústria celebram investimento de R\$ 125 bilhões*. Acesso em 07 de novembro de 2024, disponível em Automotive Business: <https://automotivebusiness.com.br/noticias/governo-e-industria-celebram-investimento-de-r-125-bilhoes>
- Automotive Business. (2024b). *Autopeças vão investir R\$ 50 bilhões até 2028*. Acesso em 07 de novembro de 2024, disponível em Automotive Business:

<https://automotivebusiness.com.br/noticias/autopecas-vao-investir-r-50-bilhoes-ate-2028>

BCB. (2024b). *Sistema Gerenciador de Séries Temporais*. Acesso em 18 de dezembro de 2024, disponível em <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>

BRASIL. (2017a). *Projeto de Lei do Senado nº 304, de 2017*. Acesso em 16 de dezembro de 2024, disponível em <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/130612>

BRASIL. (2017b). *Lei nº 13.576, de 23 de dezembro de 2017. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências*. Fonte: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13576.htm

BRASIL. (2023). *Resolução GECEX n 5232, de 20 de novembro de 2023*. Acesso em 16 de dezembro de 2024, disponível em https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-gecex-n-532-de-20-de-novembro-de-2023-*524798074

BRASIL. (2023b). *Define o valor do salário mínimo a partir de 1º de maio de 2023; estabelece a política de valorização permanente do salário mínimo a vigorar a partir de 1º de janeiro de 2024*. Fonte: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/l14663.htm

BRASIL. (2024a). *Lei nº 14.902, de 27 de junho de 2024*. Acesso em 16 de dezembro de 2024, disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/l14902.htm

BRASIL. (2024b). *LEI Nº 14.993, DE 8 DE OUTUBRO DE 2024*. Acesso em 18 de setembro de 2024, disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/L14993.htm

CAMARA. (2024). *Proposta de Projeto de Lei cria pacote de direitos para motoristas de aplicativos*. Fonte: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2391423&filename=PLP%2012/2024

CBN. (2024). *Corridas de moto por app geram R\$ 5 Bi na economia e mais de 100 mil trabalhos diretos e indiretos em 2023, diz FGV*. Acesso em 25 de novembro de 2024, disponível em CBN: <https://cbn.globo.com/conteudo-de-marca/99app/noticia/2024/11/25/corridas-de-moto-por-app-geram-r-5-bi-na-economia-e-mais-de-100-mil-trabalhos-diretos-e-indiretos-em-2023-diz-fgv.ghtml>

CEBRI, BID, EPE e CENERGIA. (2023). *Programa de Transição Energética - Neutralidade de carbono até 2050: Cenários para uma transição eficiente no Brasil*. Centro Brasileiro de Relações Internacionais, Banco Interamericano de Desenvolvimento, Empresa de Pesquisa Energética, Centro de Economia Energética e Ambiental, Rio de Janeiro. Acesso em 04 de outubro de 2024, disponível em https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-726/PTE_RelatorioFinal_PT_Digital_.pdf

CNN. (2024). *UE decide aplicar tarifas extras a veículos elétricos chineses*. Acesso em 27 de novembro de 2024, disponível em CNN: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/macroeconomia/ue-decide-aplicar-tarifas-extras-a-veiculos-eletricos-chineses/>

- Ebenezer, N., Dalkmann, H., Haq, G., Cervantes Barron, K., Brand, C., Dixon, J., . . . Welsby, D. (2021). *Electromobility in the Global South: An equitable transition toward road passenger transport decarbonization*. Sustainable Mobility for All Partnership and the Climate Compatible Growth (CCG) Programme. Acesso em 07 de outubro de 2024, disponível em <https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:1f4f989f-4d90-415a-99cf-8aa3ccfe89db>
- EPE. (2022). *Nota Técnica - Descarbonização do Setor de Transporte Rodoviário- Intensidade de Carbono das Fontes de Energia*. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. Acesso em 07 de outubro de 2024, disponível em https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-708/NT-EPE-DPG-SDB-2022-03_Intensidade_de_carbono_Transporte_Rodoviario.pdf
- EPE. (2023a). *Nota Técnica de Demanda de Energia dos Veículos Leves: 2024-2033*. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. Acesso em 30 de setembro de 2024, disponível em https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-331/topico-694/NT-EPE-DPG-SDB-2023-04_Demanda_Ve%C3%ADculos_Leves_2024-2033.pdf
- EPE. (2023b). *Pesquisa de variáveis e fatores do processo de escolha do consumidor quanto ao combustível - Parte 1*. Rio de Janeiro. Acesso em 10 de outubro de 2024, disponível em https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-792/CA-EPE-DPG-SDB-2023-09_Prefer%C3%Aancia%20do%20consumidor_ve%C3%ADculo%20flex.pdf
- EPE. (2024a). *Caderno de Estudos do PDE 2043 - Premissas demográficas e econômicas*. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. Acesso em 18 de setembro de 2024, disponível em https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-804/topico-709/PDE%202034_Caderno%20de%20Premissas%20Demogr%C3%A1ficas%20e%20Econ%C3%B4micas_2024-09-27.pdf
- EPE. (2024b). *Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis 2023*. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética. Acesso em 17 de setembro de 2024, disponível em <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/analise-de-conjuntura-dos-biocombustiveis-2023>
- EPE. (2024c). *Eletromobilidade: Transporte Rodoviário*. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. Acesso em 1 de outubro de 2024, disponível em [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-804/topico-709/CA-EPE-DPG-SDB-2024-08_Eletromobilidade_2024.08.30%20\(1\).pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-804/topico-709/CA-EPE-DPG-SDB-2024-08_Eletromobilidade_2024.08.30%20(1).pdf)
- EPE. (2024d). *Balanço Energético Nacional 2024 - Relatório Final*. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. Acesso em 07 de outubro de 2024, disponível em <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2024>
- EPE. (2024e). *Percepções do consumidor na escolha de combustíveis de veículo flex - Parte 2*. Empresa de Pesquisa energética, Rio de Janeiro. Acesso em 22 de outubro de 2024, disponível em [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-822/CA-EPE-DPG-SDB-2024-01_Prefer%C3%Aancia%20do%20consumidor%20do%20ve%C3%ADculo%20flex_Fat or%20Ambiental%20e%20Outros.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-822/CA-EPE-DPG-SDB-2024-01_Prefer%C3%Aancia%20do%20consumidor%20do%20ve%C3%ADculo%20flex_Fator%20Ambiental%20e%20Outros.pdf)

- EPE. (2024f). *Cadernos de Estudos do PDE 2034: Demanda Energética do Setor de Transportes*. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. Acesso em 06 de novembro de 2024, disponível em <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2034>
- EPE. (2024g). *Cenários de Oferta de Etanol e Demanda do Ciclo Otto*. Acesso em 18 de dezembro de 2024, disponível em EPE: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/cenarios-oferta-etanol-e-demanda-ciclo-otto>
- EXAME. (2024). *99 quer chegar a 20 mil carros elétricos na frota até 2025*. (Revista Exame) Acesso em 03 de outubro de 2024, disponível em <https://exame.com/economia/99-quer-chegar-a-20-mil-carros-eletricos-na-frota-ate-2025/>
- FECOMBUSTÍVEIS. (2024a). *Rápida evolução e concorrência da China depreciam carro elétrico usado*. Acesso em 16 de setembro de 2024, disponível em FECOMBUSTÍVEIS: <https://www.fecombustiveis.org.br/noticia/rapida-evolucao-e-concorrencia-da-china-depreciam-carro-eletrico-usado/258440>
- FECOMBUSTÍVEIS. (2024b). *Importação de veículos vai ultrapassar exportações até o fim do ano, diz Anfavea*. Acesso em 05 de julho de 2024, disponível em FECOMBUSTÍVEIS: <https://www.fecombustiveis.org.br/noticia/importacao-de-veiculos-vai-ultrapassar-exportacoes-ate-o-fim-do-ano-diz-anfavea/257605>
- FENABRAVE. (2024a). *Anuário FENABRAVE 2023*. Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores, São Paulo. Acesso em 16 de maio de 2024, disponível em <https://www.fenabrave.org.br/portalv2/Conteudo/anuarios/>
- FENABRAVE. (2024b). *Resumo Mensal Outubro de 2024*. Informativo - Emplacamentos, Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores, São Paulo. Acesso em 03 de outubro de 2024, disponível em https://www.fenabrave.org.br/portal/files/2024_09_02.pdf
- IBGE. (2024a). *Indicadores de Volume e Valores Correntes*. Acesso em 04 de julho de 2024, disponível em IBGE: https://ftp.ibge.gov.br/Contas_Nacionais/Contas_Nacionais_Trimestrais/Fasciculo_Indicadores_IBGE/pib-vol-val_202403caderno.pdf
- IBGE. (2024b). *Desemprego*. Acesso em 18 de dezembro de 2024, disponível em <https://www.ibge.gov.br/explica/desemprego.php>
- IEA. (2023a). *Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach*. International Energy agency, Paris. Acesso em 04 de outubro de 2024, disponível em <https://www.iea.org/reports/net-zero-roadmap-a-global-pathway-to-keep-the-15-0c-goal-in-reach>
- IEA. (2023b). *Countries and regions*. Acesso em 07 de outubro de 2024, disponível em <https://www.iea.org/countries>
- IEA. (2024). *Global EV Outlook 2024 - Moving towards increased efficiency*. International Energy Agency, Paris. Acesso em 01 de outubro de 2024, disponível em <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024>
- INFOSIGA. (2024). *Óbitos no Estado de São Paulo*. Acesso em 2024 de dezembro de 16, disponível em

<https://www.infosiga.sp.gov.br/?name=identificacao4&contextId=8a80809939587c0901395881fc2b0004>

- INMETRO. (2024). *Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBVE)*. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Acesso em 30 de setembro de 2024, disponível em <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-2024-1.pdf/view>
- INSIDE EVs. (2024). *BYD e Uber fazem parceria para adicionar 100 mil carros elétricos na frota*. (Inside EVs) Acesso em 03 de outubro de 2024, disponível em <https://insideevs.uol.com.br/news/728579/byd-uber-parceria-carros-eletricos/>
- MAPA. (2015). *Portaria nº75*. Acesso em 18 de dezembro de 2024, disponível em MAPA: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/loginAction.do?method=exibirTela>
- MDIC. (2024a). *Nova Indústria Brasil – forte, transformadora e sustentável: Plano de Ação para a neoindustrialização 2024-2026*. Brasília: Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. Acesso em 16 de dezembro de 2024, disponível em <https://www.gov.br/mdic/pt-br/composicao/se/cndi/plano-de-acao/nova-industria-brasil-plano-de-acao.pdf>
- MDIC. (2024c). *Senado aprova programa que impulsiona indústria de semicondutores no Brasil*. Acesso em 26 de novembro de 2024, disponível em MDIC: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2024/agosto/senado-aprova-programa-que-impulsiona-industria-de-semicondutores-no-brasil#:~:text=O%20PL%2013%2F2024%2C%20que,cadeia%20produtiva%20brasileira%20neste%20setor.>
- MDIC. (2024d). *Missão 5 da Nova Indústria Brasil destina R\$ 468,38 bi, entre recursos públicos e privados, para bioeconomia e descarbonização*. Acesso em 16 de dezembro de 2024, disponível em MDIC: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2024/dezembro/missao-5-da-nova-industria-brasil-destina-r-468-38-bi-entre-recursos-publicos-e-privados-para-bioeconomia-e-descarbonizacao>
- MDIC. (2024e). *Programa Mover já tem 121 empresas habilitadas, diz Alckmin*. (Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços) Acesso em 03 de outubro de 2024, disponível em <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2024/setembro/programa-mover-ja-tem-121-empresas-habilitadas-diz-alckmin>
- MDIC. (2024f). *Indústria automotiva anuncia novos investimentos focados em inovação e sustentabilidade*. Acesso em 25 de outubro de 2024, disponível em Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2024/fevereiro/industria-automotiva-anuncia-novos-investimentos-focados-em-inovacao-e-sustentabilidade>
- MDIC. (2024g). *Empresas automotivas já podem se habilitar no Mover*. Acesso em 25 de outubro de 2024, disponível em Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2024/marco/empresas-automotivas-ja-podem-se-habilitar-no-mover>
- Mundo do Marketing. (2024). *Estudo "EcoDrivers" mapeia preferências do consumidor de carros elétricos no Brasil*. Acesso em 05 de Novembro de 2024, disponível em Mundo do

Maerking: <https://mundodomarketing.com.br/estudo-ecodivers-mapeia-preferencias-do-consumidor-de-carros-eletricos-no-brasil>

NTU. (2024). *Anuário NTU: 2023-2024*. Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos, Brasília. Acesso em 23 de outubro de 2024, disponível em <https://ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub638573500081945042.pdf>

OLADE. (2024). *Nota Técnica nº1 - Movilidad Eléctrica en America Latina y el Caribe - Monitoreando la electromovilidad*. Quito. Acesso em 25 de novembro de 2024, disponível em <https://www.olade.org/wp-content/uploads/2024/09/Nota-Tecnica-Movilidad-electrica-en-America-Latina-y-el-Caribe-DEFINITIVA.pdf>

PNME. (2023). *3º Anuário Brasileiro da Mobilidade Elétrica*. Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica, Brasília. Acesso em 3 de outubro de 2024, disponível em <https://pnme.org.br/wp-content/uploads/2023/12/3o-Anuario-Brasileiro-de-Mobilidade-Eletrica.pdf>

SENADO. (2024). *Publicada lei que prorroga benefícios para a indústria de semicondutores*. Acesso em 26 de novembro de 2024, disponível em Rádio Senado: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2024/09/12/publicada-lei-que-prorroga-beneficios-para-a-industria-de-semicondutores>

Stelling, P., da Costa, A., do Valle, R., & Ventorim, F. (2012). O modelo de demanda de veículos leves da EPE e sua aplicação no planejamento energético nacional. *Rio Oil & Gas Expo and Conference 2012*. Acesso em 17 de setembro de 2024, disponível em <https://biblioteca.ibp.org.br/scripts/bnmap.exe?router=upload/15042>

Valor Econômico. (2024). *Setor de autopeças eleva investimento*. Acesso em 08 de julho de 2024, disponível em Valor Econômico: <https://valor.globo.com/impreso/noticia/2024/04/05/setor-de-autopecas-eleva-investimentos.ghtml>