

# PDE 2034

Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2034

## Eletromobilidade: Transporte Rodoviário

---

Agosto de 2024



MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA



## Ficha técnica

(composição dos cargos em 19 de agosto de 2024)



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 Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

**Pietro Adamo Sampaio Mendes**

Secretário de Transição Energética e Planejamento

**Thiago Vasconcellos Barral Ferreira**

[www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br)

Rio de Janeiro, 2024

Foto da capa: flickr por CityofStPete.



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 (interino)

**Thiago Guilherme Ferreira Prado**

[www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)

## PDE 2034

Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2034

### Eletromobilidade

Coordenação Executiva

**Angela Oliveira da Costa**

Coordenação Técnica

**Angela Oliveira da Costa**

**Marcelo Castello Branco Cavalcanti**

**Patrícia Feitosa Bonfim Stelling**

**Rachel Martins Henriques**

**Rafael Barros Araujo**

### Equipe Técnica

Superintendência de Derivados de Petróleo e Biocombustíveis

**Ana Clara Ramos Machado Fagundes (estagiária)**

**Bruna Souza Lopes Graça**

**Bruno Rodamilans Lowe Stukart**

**Bruno Scola Lopes da Cunha**

**Carolina Baptista Meirelles Pena (estagiária)**

**Filipe de Pádua Fernandes Silva**

**Gabriel da Silva Azevedo Jorge**

**Leonidas Bially Olegario do Santos**

**Leticia Gonçalves Lorentz**

**Lucas dos Santos Rodrigues Morais**

Apoio Administrativo

**Raquel Lopes Couto**

### Valor público

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) realiza estudos e pesquisas para subsidiar a formulação, implementação e avaliação da política e do planejamento energético brasileiro.

O Caderno de Eletromobilidade no transporte rodoviário, no âmbito do PDE 2034, busca reduzir a assimetria de informações ao disseminar os contextos internacional e nacional e apresentar as perspectivas de eletrificação de veículos leves e pesados no Brasil.



# Avisos

---

Esta publicação contém projeções acerca de eventos futuros que refletem a tradução da visão da EPE por meio da técnica de cenarização. Tais projeções envolvem uma ampla gama de riscos e incertezas conhecidos e desconhecidos e, portanto, os dados, as análises e quaisquer informações contidas neste documento não são garantia de realizações e acontecimentos futuros.

Neste sentido, a EPE se exime de responsabilidade por quaisquer ações e tomadas de decisão que possam ser realizadas por qualquer pessoa física ou jurídica com base nas projeções contidas neste documento.

# Siglas e definições

## Siglas

**APS** = Cenário da IEA na publicação World Energy Outlook 2023, que considera promessas anunciadas (*Announced Pledges Scenario*)

**BEV** = Veículo elétrico a bateria (*Battery Electric Vehicle*)

**CI** = Combustão Interna

**MCI** = Motor a Combustão Interna

**FCEV** = Veículo elétrico a célula de combustível (*Fuel Cell Electric Vehicle*)

**GEE** = Gases de Efeito Estufa

**GNL** = Gás natural liquefeito

**GNV/GNC** = Gás natural veicular / comprimido

**HEV** = Veículo híbrido (*Hybrid Electric Vehicle*)

**IEA** = Agência Internacional de Energia

**MHEV** = Micro híbrido (*Mild Hybrid Electric Vehicle*)

**NDC** = Contribuição Nacionalmente Determinada

**NZE** = Cenário da IEA na publicação World Energy Outlook 2023, que considera net zero em 2050 (Net Zero Emissions by 2050)

**PBT** = Peso bruto total

**PBTC** = Peso bruto total combinado

**PHEV** = Veículo híbrido plug-in (*Plug-in Hybrid Electric Vehicle*)

**STEPS** = Cenário da IEA na publicação World Energy Outlook 2023, que considera políticas atuais (*Stated Policies Scenario*)

**SUV** = Veículo utilitário esportivo (*Sport Utility Vehicle*)

**VE** = Veículo elétrico

## Definições

**Automóveis** = Veículos destinados ao transporte de passageiros (ex. hatch, sedã, minivan, conversível, SUV e utilitários).

**Comerciais leves** = Veículos comerciais para transporte de pessoas e/ou carga, com PBT de até 3,5 toneladas (ex. picape, furgões e vans).

**Veículos leves** = Automóveis e comerciais leves

**Veículos pesados** = Caminhões e ônibus

**Veículos elétricos** = Veículos BEV + PHEV + FCEV

**Veículos eletrificados** = Veículos elétricos + HEV + MHEV

**Net zero** = Redução das emissões líquidas de GEE para zero.

---

### Categorias de caminhões:

**Semileves** = 3,5 t < PBT < 6 t

**Leves** = 6 t ≤ PBT < 10 t

**Médios** = 10 t ≤ PBT < 15 t

**Semipesados** =

    Caminhões-chassi com PBT ≥ 15 t e com CMT ≤ 45 t, ou

    Caminhões-trator com PBT ≥ 15 t e com PBTC < 40 t

**Pesados** =

    Caminhões-chassi com PBT ≥ 15 t e com CMT > 45 t, ou

    Caminhões-trator com PBT ≥ 15 t e com PBTC ≥ 40 t

**PDE** 2034

# Contextualização



MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

# Contextualização

---

Em um contexto de transição energética com esforços à migração para uma economia de baixo carbono, a eletrificação do transporte surge como alternativa preponderante a ser adotada em diversos países.

O Brasil, dotado de imenso potencial de produção de bioenergia, sendo o segundo maior produtor hidrelétrico do mundo, com perspectivas de geração expressiva eólica e solar possui diversas possibilidades à economia de baixo carbono comparativamente a outros países. Neste contexto, a eletromobilidade surge como uma das alternativas para descarbonização do transporte nacional, majoritariamente rodoviário.

**PDE** 2034

## Contexto internacional



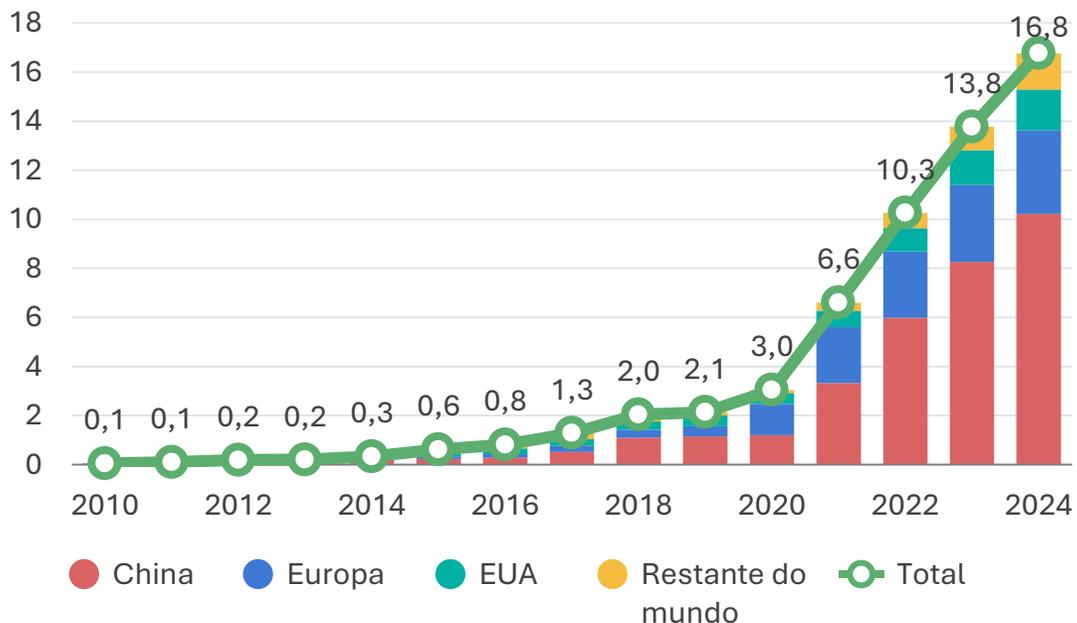
MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

# A eletrificação está se estabelecendo como uma tecnologia do futuro

## Vendas mundiais de automóveis elétricos (milhões de unidades)

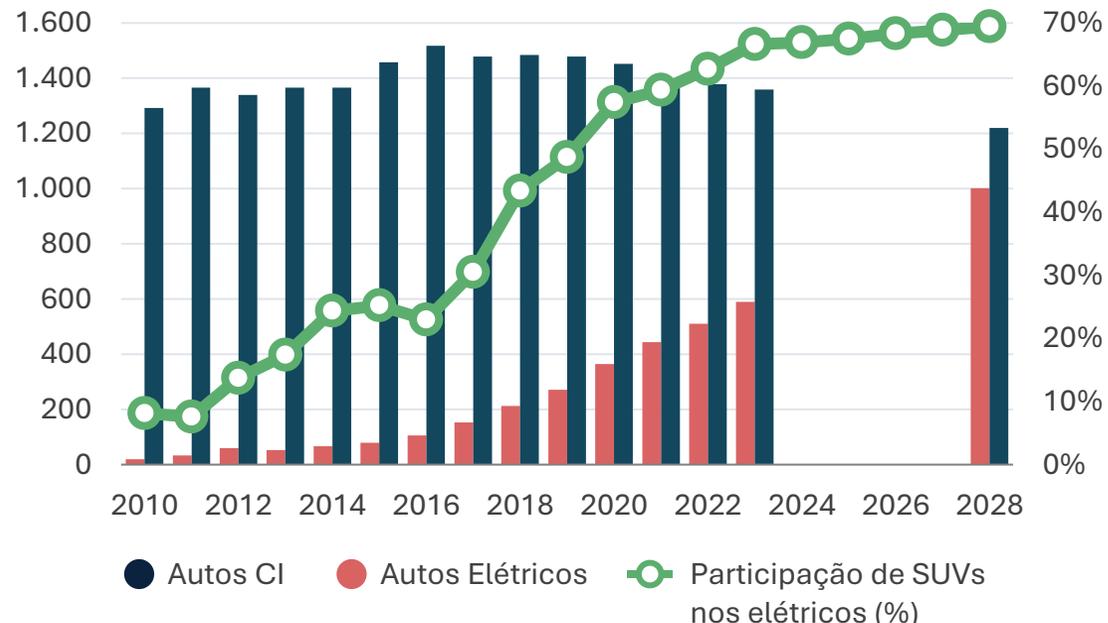
Fonte: IEA, EV Outlook 2024



- Em 2023, as vendas de **automóveis elétricos** chegaram a **14 milhões**, 3,5 milhões a mais que em 2022, representando um aumento de 35%.
- **18% dos veículos vendidos em 2023** foram elétricos (BEV e PHEV).

## Número de modelos elétricos disponíveis no mercado

Fonte: IEA, EV Outlook 2024

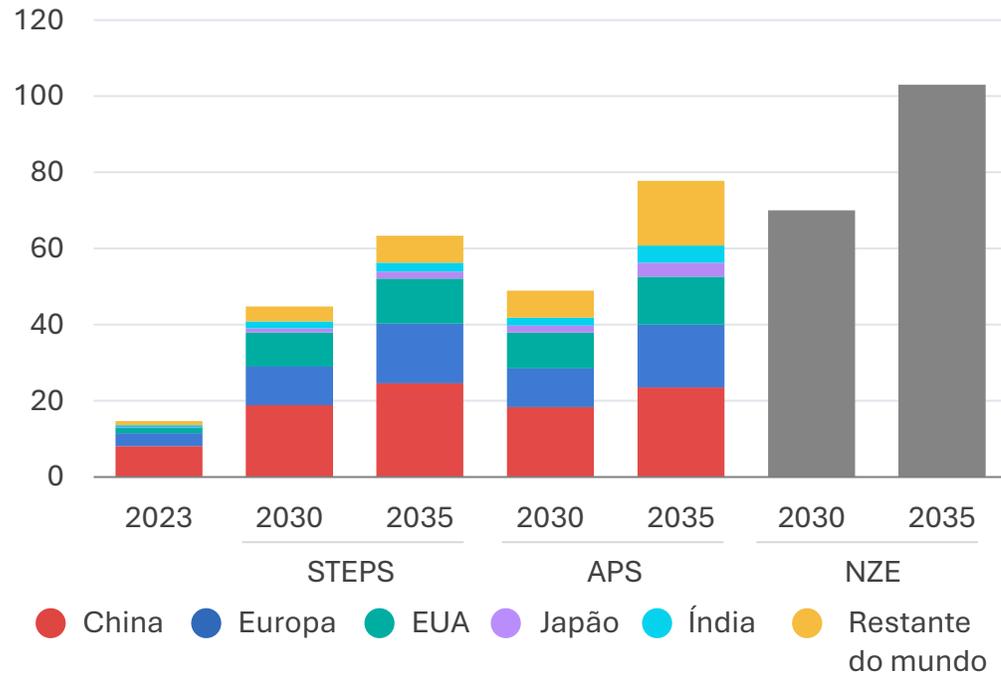


- Parte desse aumento das vendas é explicado pela **evolução técnica e disponibilidade de novos modelos**. Essa evolução ocorreu, particularmente, com **maior autonomia e modelos maiores**, mais parecidos com a dos veículos a combustão mais vendidos.

# Observa-se uma tendência de eletrificação mundial em motos e veículos leves

## Vendas de veículos elétricos em regiões selecionadas (milhões de unidades)

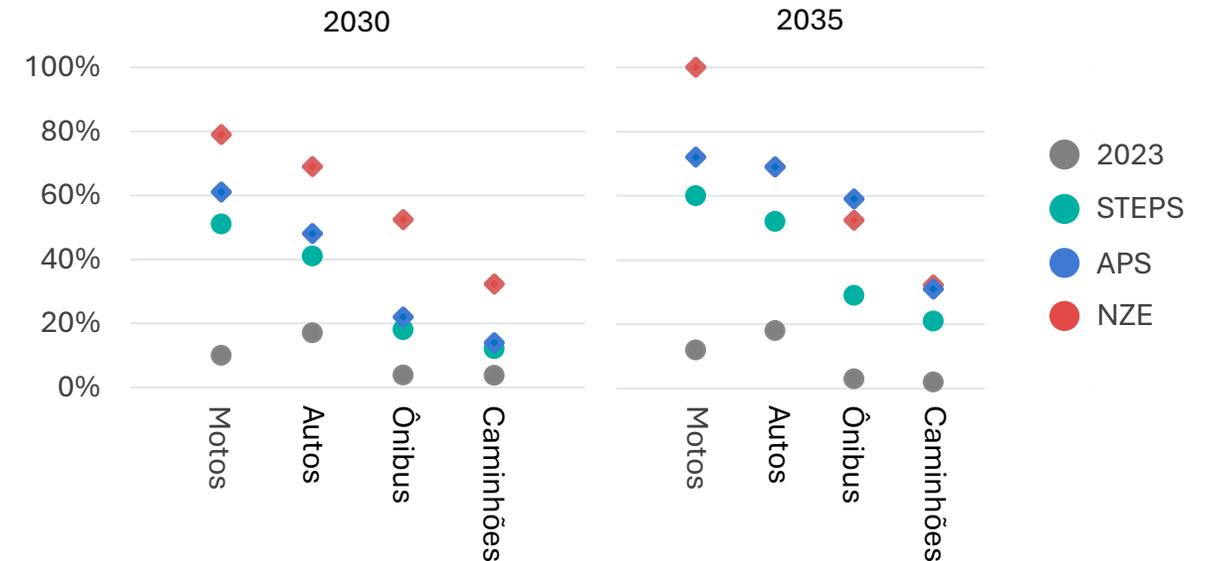
Fonte: IEA, EV Outlook 2024



- Em todos os **cenários da IEA**, as vendas de veículos elétricos crescem significativamente.

## Participação da eletrificação nas vendas por modo e cenário (%)

Fonte: IEA, EV Outlook 2024



- No entanto, o avanço da eletrificação depende tanto da região, quanto do tipo de veículo e do cenário.
- A eletrificação tende a **avançar mais rapidamente em motos e veículos leves**. Ônibus e caminhões elétricos apresentam mais desafios de inserção no mercado, mesmo nos cenários mais otimistas.

# Com as principais montadoras estabelecendo metas ambiciosas de eletrificação

## Metas de eletrificação das principais montadoras

Fonte: [IEA, EV Outlook 2024](#)

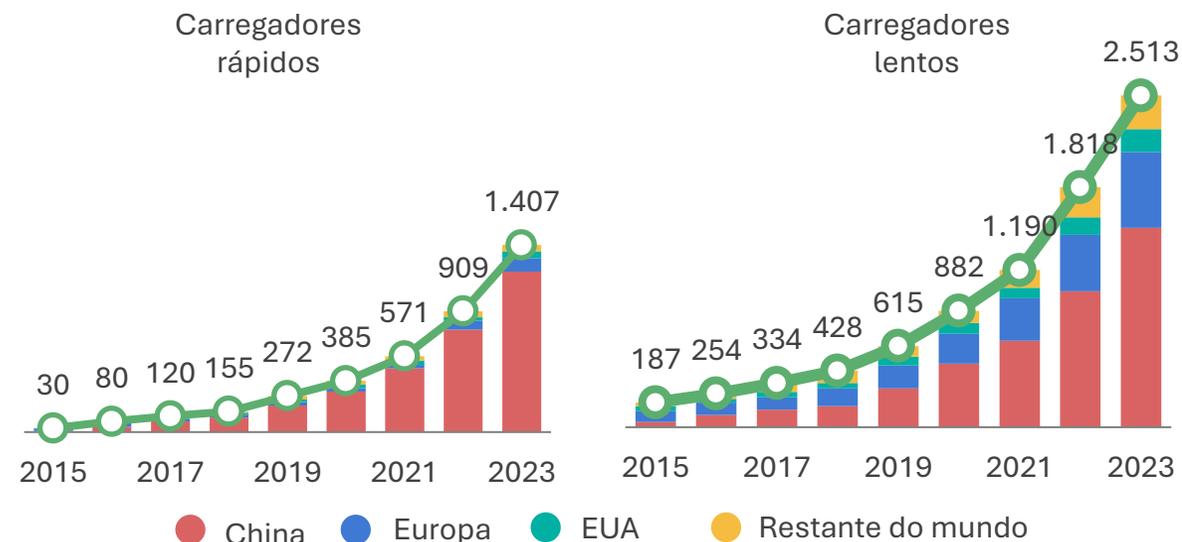
Fabricante	Meta	Região
Volkswagen	Aumento da meta de entrega de BEV de 50% para 55% em 2030	EUA
Volkswagen	Aumento da meta de entrega de BEV de 70% para 80% em 2030	Europa
Ampere	Meta de 300 mil veículos BEV vendidos em 2025 e 1 milhão em 2031	Europa
Togg	Visa a entrega de 1 milhão de carros elétricos até 2030	Europa
Toyota	Aumento da meta de produção para 20% de veículos elétricos até 2026	Europa
Nissan	Meta de vendas anunciada de 100% para veículos BEV a partir de 2030	Europa
Suzuki	Estratégia de alcance de 80% de participação de BEV nas vendas em 2030	Europa
Suzuki	Estratégia de alcance de 15% de participação de BEV nas vendas em 2030	Índia
Suzuki	Estratégia de alcance de 20% de participação de BEV nas vendas em 2030	Japão
Subaru	Anunciou meta mais ambiciosa de 50% de vendas de BEVs em 2030	Global
Hyundai	Aumentou a meta de vendas anual para 2 milhões de veículos elétricos até 2030	Global
Kia	Aumento da meta de vendas de veículos elétricos de 2030 para 1,6 milhões	Global
Tata	Estratégia anunciada de vendas de 50% de veículos elétricos até 2030	Global
SAIC	Aumento de 40% para 50% na meta de vendas de veículos com emissão zero até 2025	Global
Geely	Aumento de 40% para 50% na meta de vendas de veículos com emissão zero até 2025	Global

- As dez maiores produtoras de **veículos**, com mais de 40 milhões vendidos em 2023, 55% do total, **estabeleceram metas** de vendas de mais de 20 milhões de veículos leves elétricos em 2030.
- **Mais de 20 montadoras** (90% das vendas em 2023) anunciaram **metas de eletrificação**, que combinadas resultariam em 2030 em vendas de eletrificados entre 42% e 58%.
- Porém, algumas montadoras, como Ford ([DN](#)), GM ([DFP](#)), VW ([ANE](#)), entre outras, estão **adiando investimentos em fábricas de veículos elétricos e metas de *phase-out* dos veículos a combustão interna**.

# Crescimento viabilizado por um mix de investimentos e incentivos ...

## Carregadores publicamente acessíveis por tipo e região

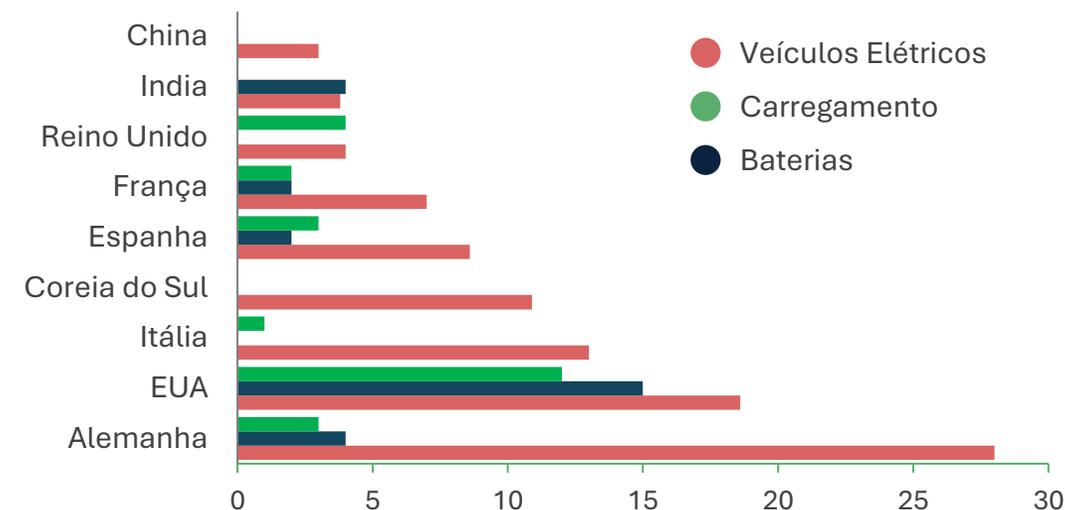
Fonte: IEA, EV Outlook 2024



- Investimentos cada vez maiores em **infraestrutura de recarga** também **favorecem a escolha por veículos elétricos**, particularmente na China, Europa e nos Estados Unidos, onde mais se vendem veículos deste tipo.
- Em 2023, chegou-se a um estoque de **40 milhões de carregadores** no mundo, incluindo os privados.

## Auxílio do governo no investimento em veículos elétricos, carregamento e baterias (US\$ bilhão)

Fonte: IEA, EV Outlook 2024

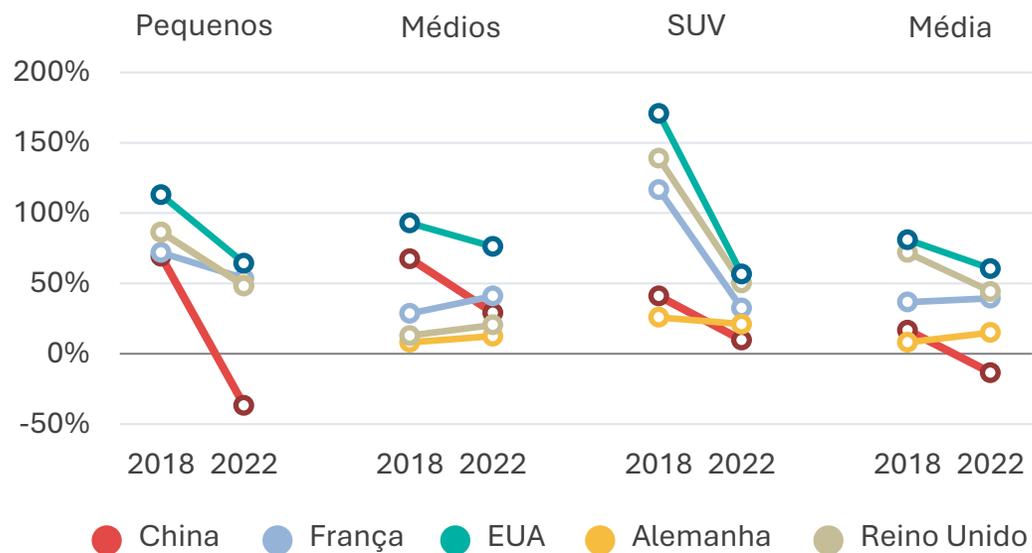


- A **aceleração**, particularmente na Europa e EUA, pode também ser **atribuída a incentivos/subsídios**. Desde 2020, US\$ 130 bilhões foram desembolsados, com destaque para o Mecanismo de Recuperação e Resiliência da UE e o Ato de Redução da Inflação (IRA) nos EUA.
- Além disso, **US\$ 25 bilhões** foram providos para apoiar financeiramente a **produção de baterias e reciclagem**.

## ... e também pela queda de preços dos veículos ...

### Diferencial de preços entre veículos elétricos e a combustão interna (sem subsídios)

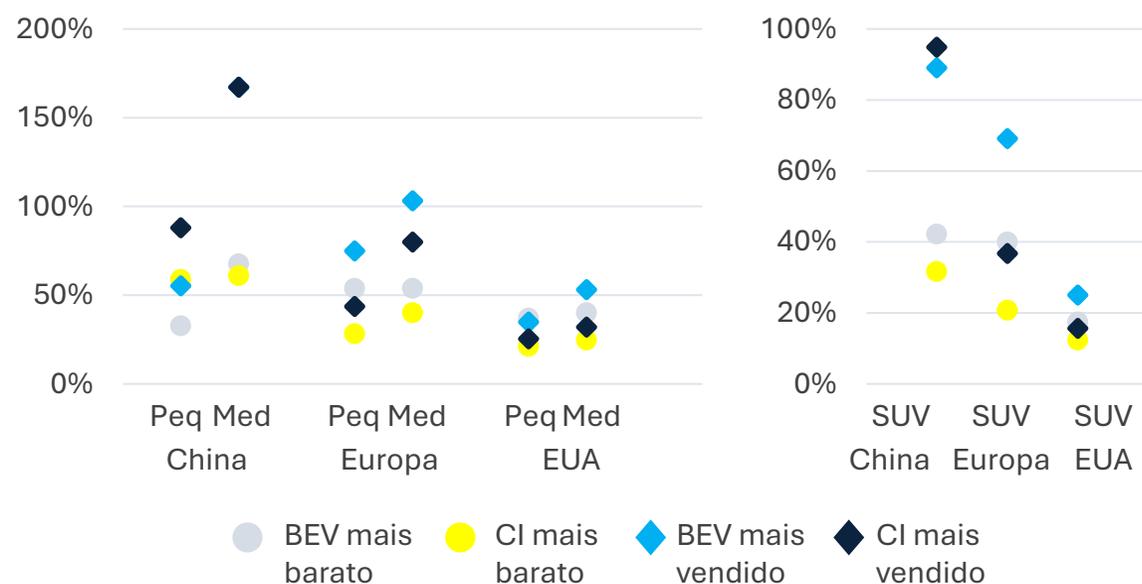
Fonte: IEA, EV Outlook 2024



- O diferencial de preços entre veículos elétricos e tradicionais é cada vez menor, particularmente na China, explicando sua crescente adoção.

### Preço de revenda de veículos elétricos e tradicionais em relação ao poder aquisitivo da população

Fonte: IEA, EV Outlook 2024

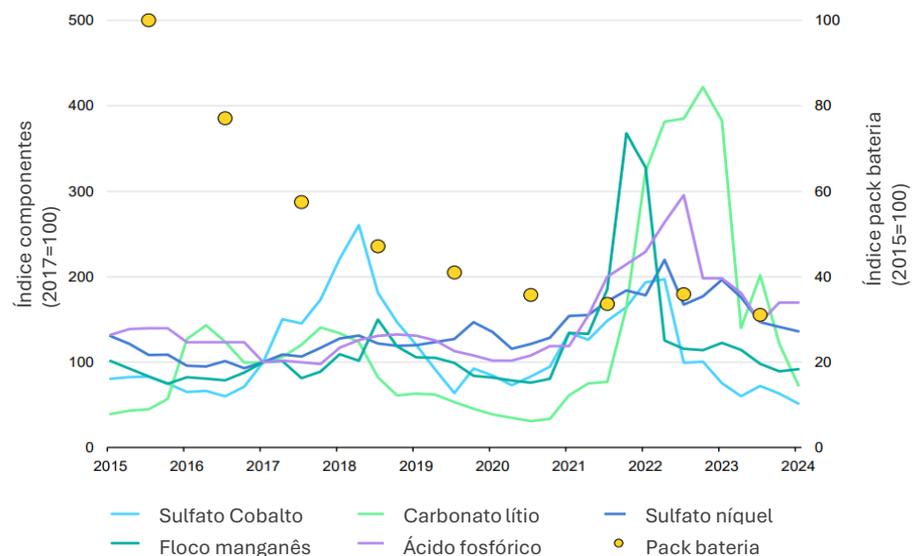


- Veículos elétricos de menor preço favorecem a disseminação da tecnologia. Importante notar que os **elétricos mais vendidos não são os de menor preço**, o que leva à conclusão que os veículos elétricos ainda estão restritos a famílias com maior poder aquisitivo, mesmo na China.

# ... impulsionada pela evolução dos preços das baterias

## Preços de baterias e de seus componentes

Fonte: [IEA, EV Outlook 2024](#)



- A **redução dos preços na bateria** ocorreu por uma normalização dos fluxos de comércio e pela **disseminação de novas baterias**, com composições químicas diferentes.
- Apesar do aumento da demanda por baterias, que causou um pico nos custos de aquisição das matérias-primas utilizadas nos últimos anos, os **preços retomaram a trajetória de redução**.

## Preço médio de baterias para veículos elétricos (2023 \$/kWh)

Fonte: [BNEF](#)

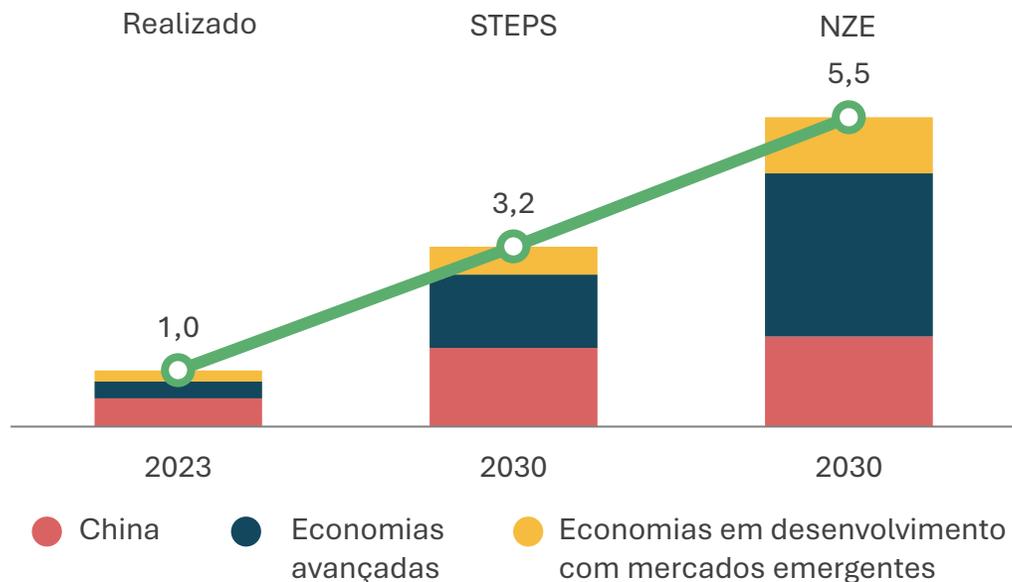


- **Inovações tecnológicas, melhoria na manufatura** das baterias incluindo avanços com catodos de menor custo, como a LFP (*Lithium Iron Phosphate*), devem continuar a **reduzir os preços das baterias**, podendo alcançar \$80/kWh em 2030 ([BNEF](#)).
- A conjuntura de sobreoferta na China fez o preço médio da bateria a LFP cair para \$53/kWh no primeiro quadrimestre de 2024, uma queda de 51% frente aos preços de 2023 ([BNEF](#)).

# Uma importante barreira à eletrificação é a oferta futura de baterias

## Volume de baterias anual por região e cenário (TWh)

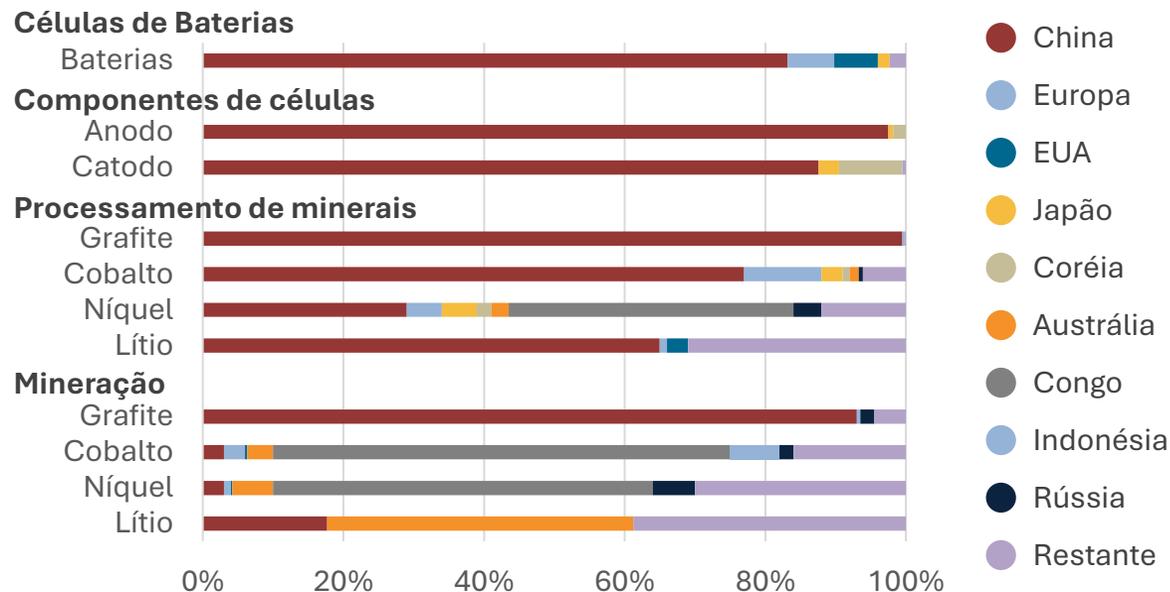
Fonte: IEA, Batteries and Secure Energy Transitions



- As crescentes vendas requerem **volume significativo de minerais para a construção das baterias**. É importante frisar a necessidade de evolução da rede interligada de energia elétrica de maneira a atender a recarga rápida de veículos.

## Distribuição geográfica de oferta da cadeia produtiva de baterias

Fonte: IEA, Batteries and Secure Energy Transitions

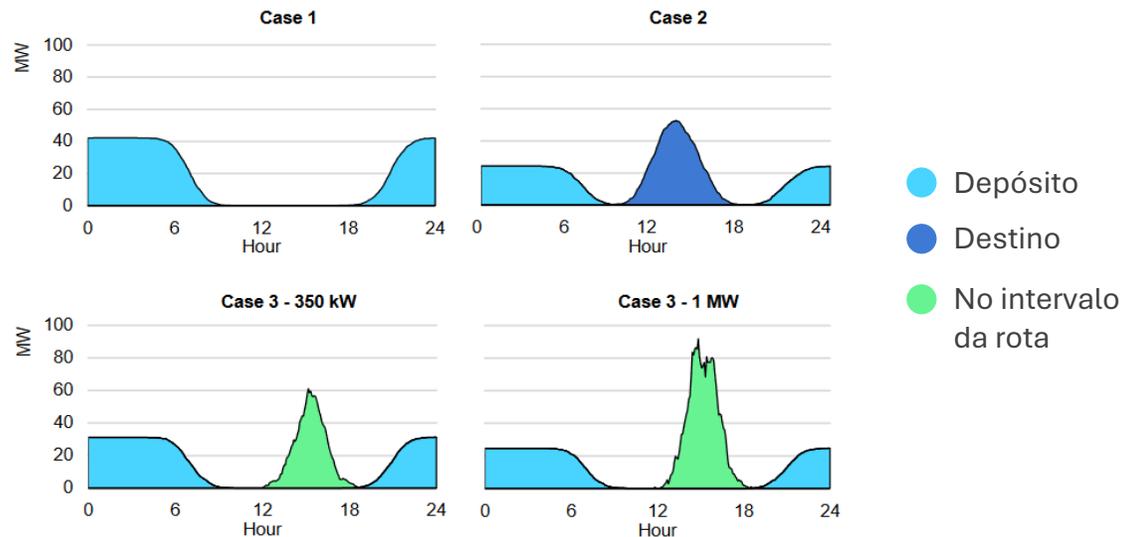


- A oferta de baterias requer **investimentos em mineração e processamento custosos e intensivos em energia e emissões**.
- Podem ocorrer novas **preocupações geopolíticas**, diante da necessidade de segurança energética e das localidades potencialmente ofertantes dos minerais estratégicos.

# E os impactos sobre o perfil de carga e sobre a arrecadação dos Estados

## Impactos do carregamento de uma frota de mil caminhões sobre a carga do sistema elétrico

Fonte: [IEA, Batteries and Secure Energy Transitions](#)

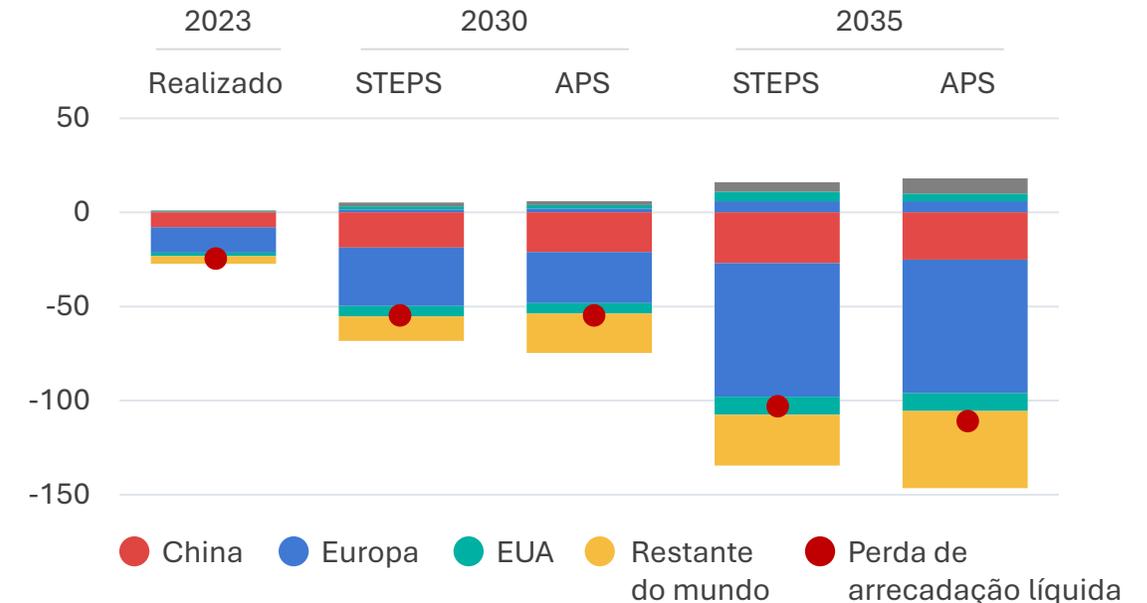


Nota: Caso 1: carga à noite nos galpões; Caso 2: Carregamento durante o dia durante carga e descarga; Caso 3: Carga rápida com 350kW; Caso 4: Carga rápida com 1MW

- A carga de caminhões pesados elétricos durante o dia pode **causar picos de carga em horários e regiões pouco usuais**, podendo exigir investimentos em transmissão e distribuição de energia, em mais capacidade de geração e/ou em sistemas de baterias.

## Impactos da eletrificação sobre a arrecadação (US\$ bilhões)

Fonte: [IEA, EV Outlook 2024](#)



- Uma **parcela significativa da arrecadação** dos países é advinda dos tributos sobre o consumo de derivados de petróleo, sendo particularmente significativo para a Europa e o Brasil.
- **Adaptações no orçamento público terão que ser feitas** para obter novas fontes de arrecadação, considerando as perdas tributárias decorrentes da substituição tecnológica.

**PDE** 2034

# Eletrificação de veículos leves no Brasil



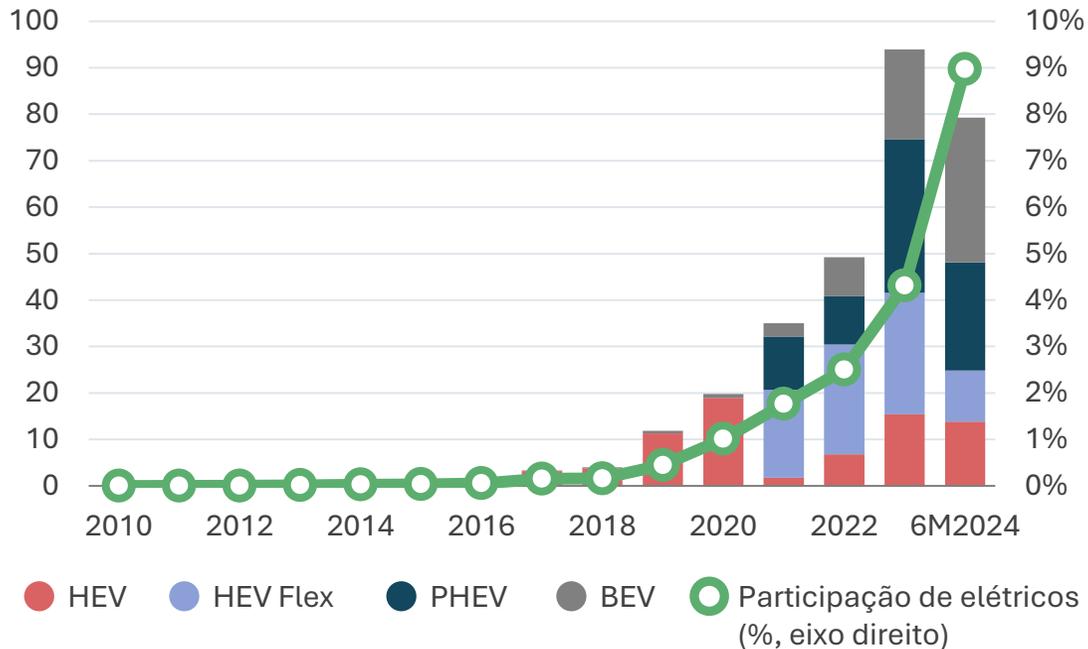
MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

# A eletrificação avança no Brasil

## Vendas anuais de veículos eletrificados no Brasil (mil unidades)

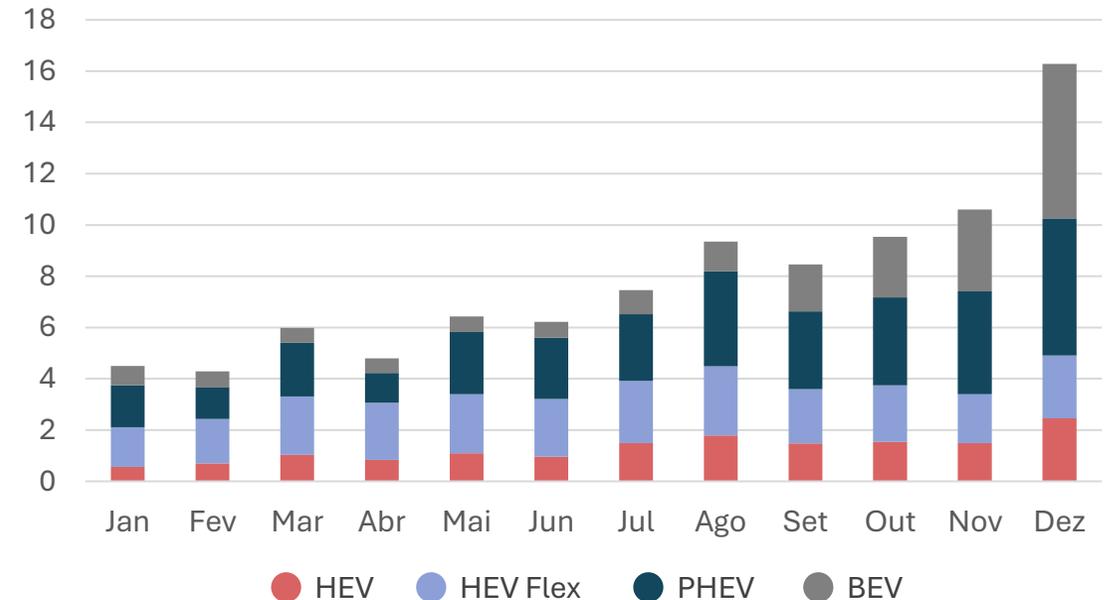
Fonte: Elaboração própria, a partir de [ABVE](#) e [Anfavea](#)



- Penetração de **eletrificados** continua a **umentar rapidamente**.
- Políticas públicas de incentivo à descarbonização do setor automotivo, como o Programa de Mobilidade Verde e Inovação (MOVER), aumentam a oferta desses veículos.

## Vendas mensais de eletrificados no Brasil em 2023 (mil unidades)

Fonte: Elaboração própria, a partir de [ABVE](#)

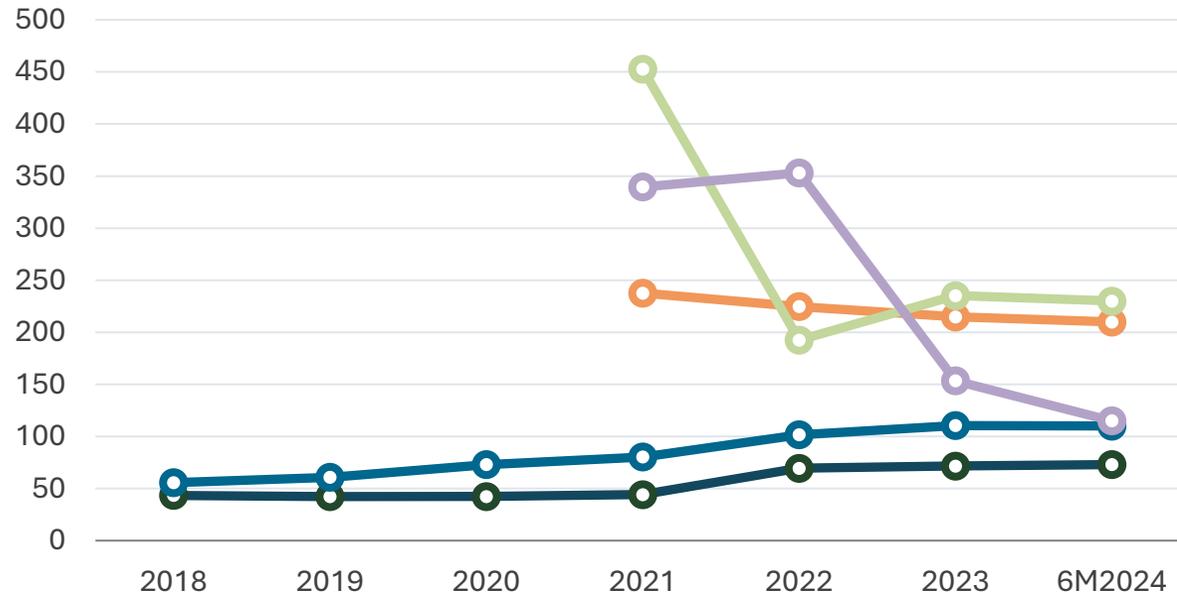


- **Predominância** de modelos **híbridos** começa a ser **substituída** por uma maior venda de veículos **plug-in e elétricos**.
- **Significativo aumento das importações no final de 2023, principalmente PHEV e BEV**, oriundas da China, devido à **expectativa de aumento de imposto de Importação**.

# A redução dos preços dos veículos viabilizou o aumento dos licenciamentos

## Preços de veículos selecionados no Brasil (mil R\$ jun/2024)

Fonte: Elaboração própria, a partir de Autoesporte, [ABVE](#) e [Fenabrave](#)



- Carro a combustão interna mais barato
- Carro a combustão interna mais vendido
- HEV mais vendido
- PHEV mais vendido
- BEV mais vendido

- Preço médio dos veículos eletrificados mais vendidos no Brasil registrou **queda substancial** nos últimos anos.
- **Aumento de oferta de modelos** por montadoras estrangeiras e isenções de impostos permitiram a redução dos preços, que apesar disso, ainda permanecem em patamares elevados.
- **Preços de modelos a combustão interna** produzidos domesticamente **se elevaram**, chegando a patamares próximos e/ou superiores a R\$ 100 mil, **reduzindo o diferencial** entre modelos a combustão interna e eletrificados, estimulando o aumento nas vendas de HEV, PHEV e BEV.

# A eletrificação de nichos, como a entrega em última milha, viabilizou licenciamentos

**Renault Kangoo E-Tech**  
78 vendidos em 2024\*



**Ford E-Transit**  
100 vendidos em 2024\*



**JAC E-JV5.5**  
35 vendidos em 2024\*



**BYD ET3**  
95 vendidos em 2024\*



- A **pandemia iniciou um processo de disseminação do comércio eletrônico**, que aumenta a demanda por transportes diretamente até as residências (***last-mile delivery***), efetuada principalmente por comerciais leves.
- Planos de Mobilidade Urbana devem levar a **crecentes restrições às emissões e à circulação de veículos poluentes em áreas urbanas, principalmente metrópoles**.
- **Empresas**, especialmente as com matrizes europeias, buscam reduzir suas emissões devido a **compromissos ESG**.
- **Empresas com alto consumo** podem adquirir **energia elétrica** diretamente no **Mercado Livre de Energia**, reduzindo o custo de combustíveis. Além disso, a **geração distribuída** pode diminuir ainda mais a pegada de carbono da empresa, **potencialmente reduzindo** também o **custo de combustíveis**.

Notas: \*Vendas acumuladas até junho ([ABVE](#) e [Fenabrave](#)). ESG = Governança ambiental, social e corporativa.

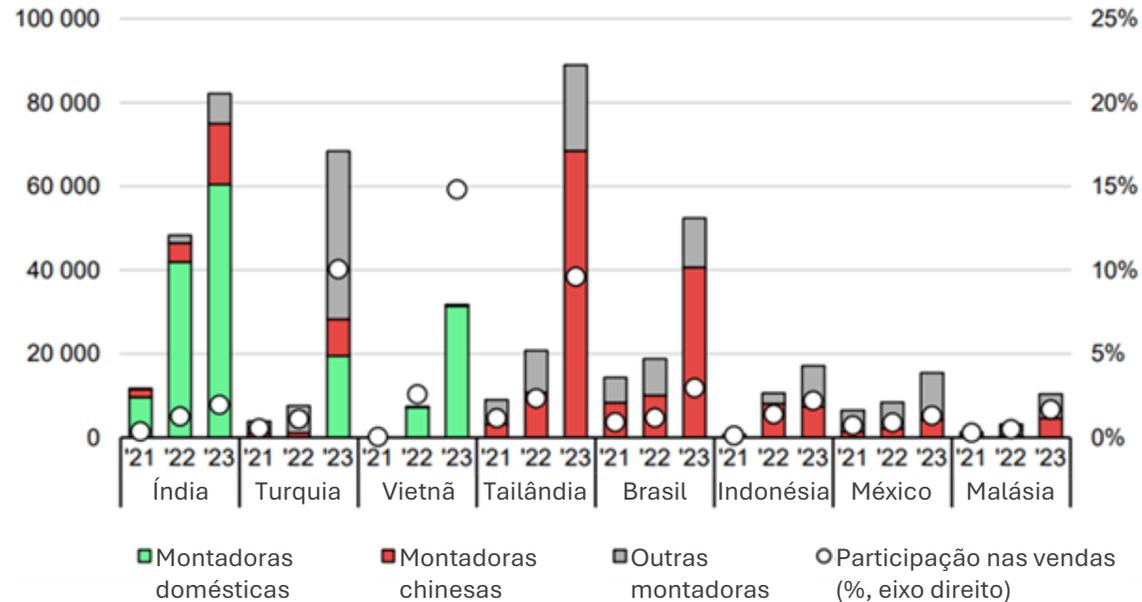
# Ainda existem barreiras à entrada de veículos elétricos no Brasil



# Comércio exterior de veículos elétricos

## Vendas de veículos elétricos por origem (2021-2023)

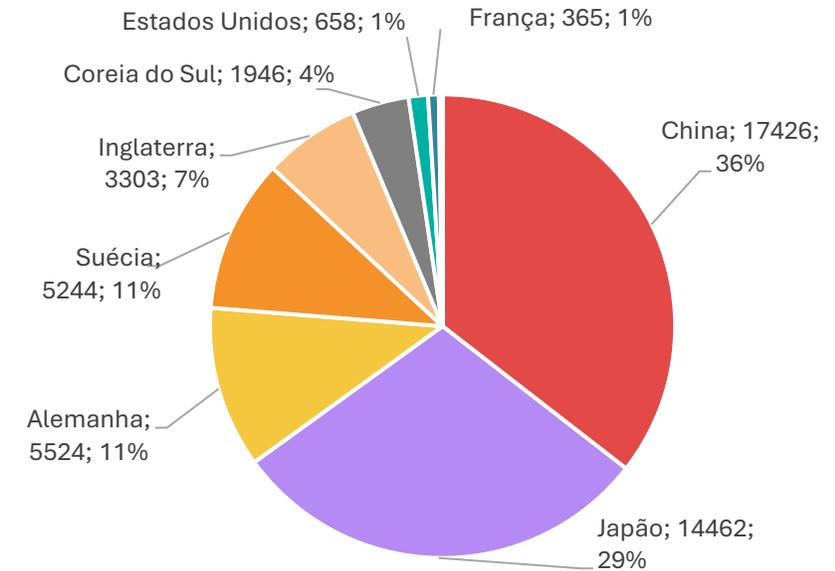
Fonte: IEA, EV Outlook 2024



- Apesar do **rápido aumento** de vendas de elétricos, ao contrário de países como Índia e Turquia, o Brasil apresenta quase uma **totalidade de vendas de veículos elétricos oriundos de outros países**, principalmente da China.

## Vendas de veículos elétricos no Brasil em 2023, por país de origem

Fonte: ABVE.



- Crescente participação de vendas de veículos elétricos chineses no País; em segundo lugar, o Japão aparece como importante exportador de veículos elétricos para o Brasil no último ano.
- Apesar do alto número de veículos importados, há **movimento de instalação de capacidade produtiva de veículos elétricos** no País.

# Apesar da queda, o preço ainda é um dos entraves para a massificação

Em 2013, 130 mil veículos Premium\* vendidos (3,6% do licenciamento de 3,6 milhões)  
\*(>R\$100 mil em 2013; R\$ 180 mil corrigido pelo IPCA).

## HÍBRIDO CERCA DE 20% MAIS CARO QUE MODELO SIMILAR



SEDAN DE LUXO MCI

A partir de  
**R\$ 150 mil**



SEDAN DE LUXO HÍBRIDO

A partir de  
**R\$ 190 mil**

## PREFERÊNCIA DO CONSUMIDOR: SEDAN DE LUXO OU COMPACTO HÍBRIDO/ELÉTRICO?



SEDAN DE LUXO MCI

A partir de  
**R\$ 150 mil**



COMPACTO ELÉTRICO

A partir de  
**R\$ 100 mil**



SUV ELÉTRICO

A partir de  
**R\$ 200 mil**

Em 2023, cerca de 300 mil veículos Premium\*\* (15% do licenciamento total de 2,2 milhões)  
\*\*( >R\$200 mil).

Vendas de eletrificados (valor médio R\$243 mil em 2023), que correspondem a 4,3% do licenciamento total, seguem limitadas ao mercado premium e às camadas da população com maior poder aquisitivo.

# A infraestrutura de recarga no Brasil evoluiu, mas ainda é insuficiente

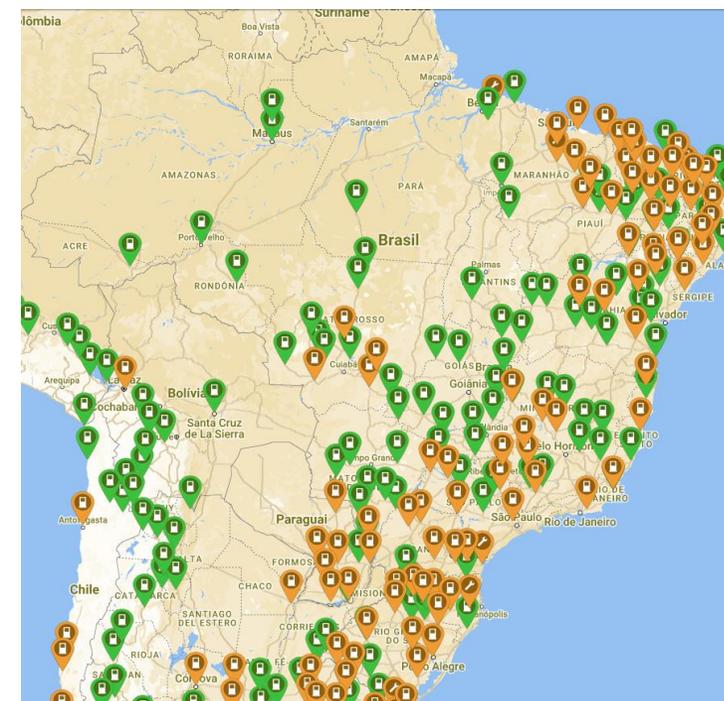
## Infraestrutura de recarga no Brasil (2023)

Fonte: [ABVE apud Anuário 2023 da PNME](#)



- O número de eletropostos públicos e semipúblicos está em **crescimento**, com expectativa de **um aumento ainda maior** para os próximos dois anos.
- Entretanto, ainda se **mostra insuficiente** para um país de tamanho continental como o Brasil.

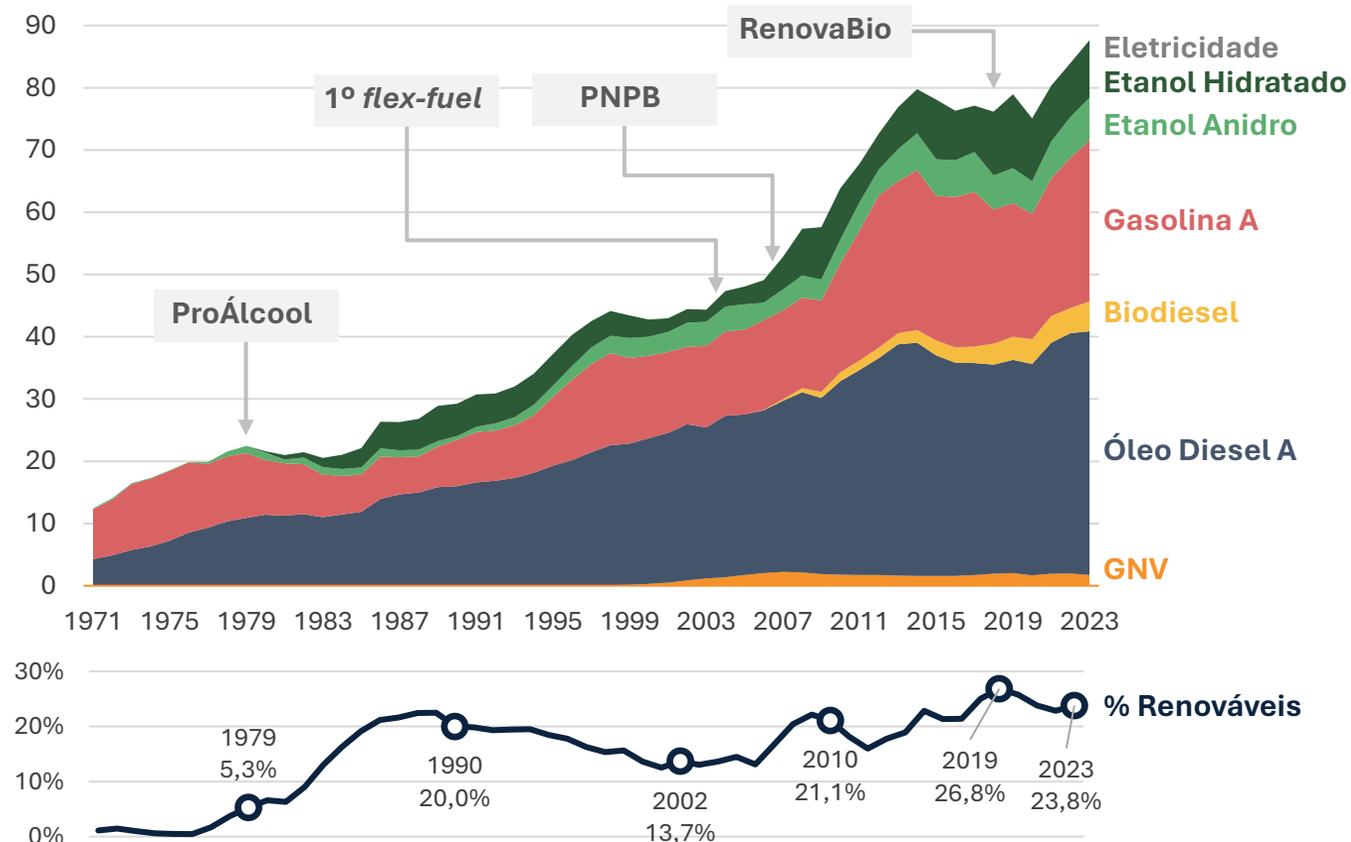
- A **infraestrutura de recarga** ainda mantém a **alta concentração no estado de SP**, apesar do aumento de eletropostos públicos e semipúblicos em outras regiões, principalmente a Região Sul.
- A discussão sobre a **atualização das normas de segurança das instalações dos postos de recarga**, principalmente em garagens e edificações, aparece como uma das principais pautas do tema no ano de 2024.



# Os biocombustíveis são alternativa importante à eletrificação

## Consumo energético do transporte rodoviário (milhão tep; % renováveis)

Fonte: [EPE, Balanço Energético Nacional](#)



- Disponibilidade de combustíveis renováveis produzidos domesticamente, com capacidade instalada, tecnologia *flex-fuel* disseminada, e compartilhando infraestrutura de abastecimento dos fósseis, permite que o País melhor gerencie o ritmo de eletrificação conforme o desenvolvimento da indústria global, sem necessidade de se comprometer com uma rota específica.
- Políticas públicas também impactam o ritmo de eletrificação, como o Programa Combustível do Futuro, que objetiva ampliar, ainda mais, o uso de combustíveis sustentáveis e de baixa intensidade de carbono, como os biocombustíveis, além de integrar políticas públicas relacionadas ao tema (RenovaBio, PNPB, Proconve, Rota 2030, PBEV), com o intuito de **descarbonizar ainda mais a matriz de transportes**.
- Ressalta-se que a eventual **escolha precoce de rota tecnológica única pode resultar em trancamento tecnológico** e risco de abandono desta opção.

# Montadoras instaladas no Brasil privilegiam híbridos no decênio

## Investimentos das principais montadoras

Fonte: [MDIC](#), [AutoData](#)

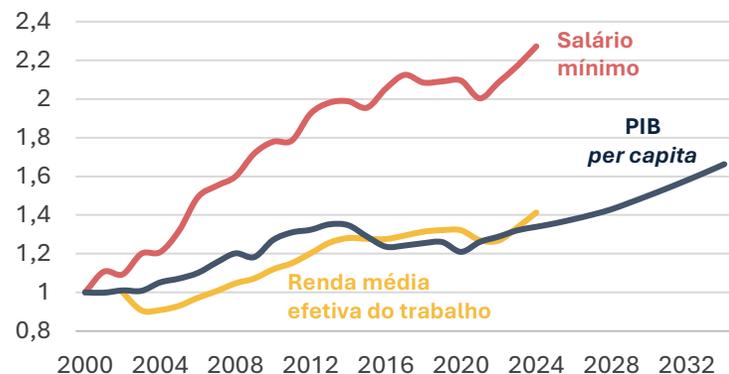
Fabricante	Investimento (em R\$ de 2024)	Objeto	Região
Toyota	R\$ 11 bilhões	Híbridos <i>flex</i>	Brasil
Hyundai	R\$ 5,4 bilhões	Híbridos, elétricos e carros a hidrogênio	SP e GO
BYD	R\$ 5,5 bilhões	Híbridos e elétricos	Bahia
GM	R\$ 7 bilhões	Híbridos	Brasil
Stellantis	R\$ 30 bilhões	Híbridos e elétricos	MG, PE e RJ
Volkswagen	R\$ 16 bilhões	Híbridos, elétricos e total <i>flex</i>	Brasil
GWM	R\$ 10 bilhões	Híbridos e elétricos	Brasil
Renault	R\$ 5,1 bilhões	Híbridos e elétricos	PR
CAOA	R\$ 4,5 bilhões	Híbridos e elétricos	Brasil
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	Brasil

- No total, as montadoras pretendem investir, até 2030, aproximadamente R\$ 130 bilhões.
- Esse aumento de investimentos pode ser explicado por uma série de fatores, dentre estes:
  - Calendário de aumento do imposto de importação, iniciado em 2024.
  - Políticas públicas de incentivo à neointustrialização e ao desenvolvimento sustentável, como o MOVER.
  - O aumento de preços dos veículos vendidos no Brasil, aumentando a possibilidade de lucro de tais empresas.

# Recuperação da renda e queda dos juros fomentam licenciamentos

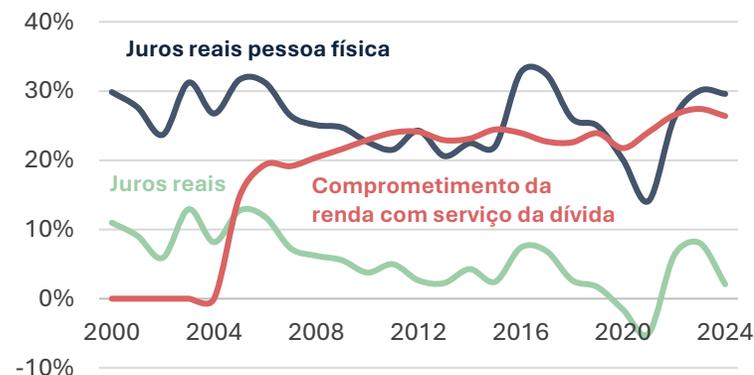
## Indicadores macroeconômicos (ano 2000 = 1)

Fonte: EPE, [BCB](#), [Ipea](#), [IBGE](#)



## Indicadores de crédito (%)

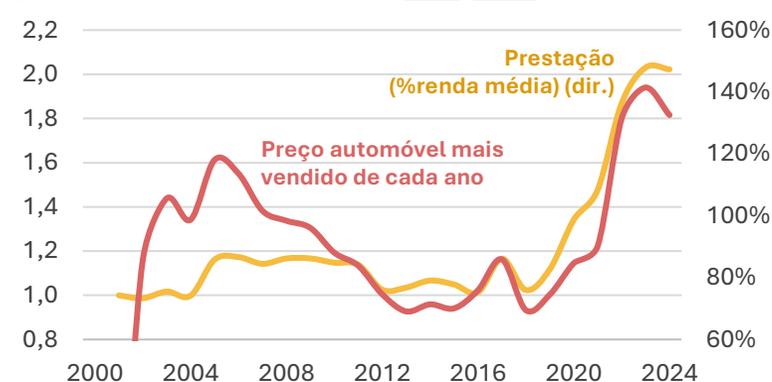
Fonte: [BCB](#), [IBGE](#)



Nota: Os valores de 2024 são histórico até junho, e anualizados.

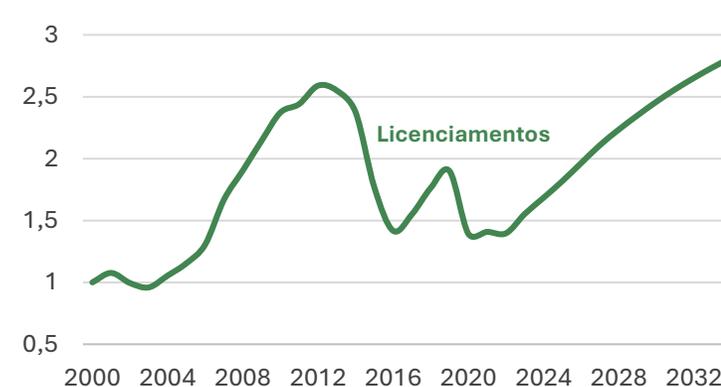
## Aquisição e financiamento de automóveis (ano 2000 = 1)

Fonte: EPE, [BCB](#), [IBGE](#)



## Licenciamentos veículos leves (ano 2000 = 1)

Fonte: EPE, com dados históricos de [Anfavea](#)

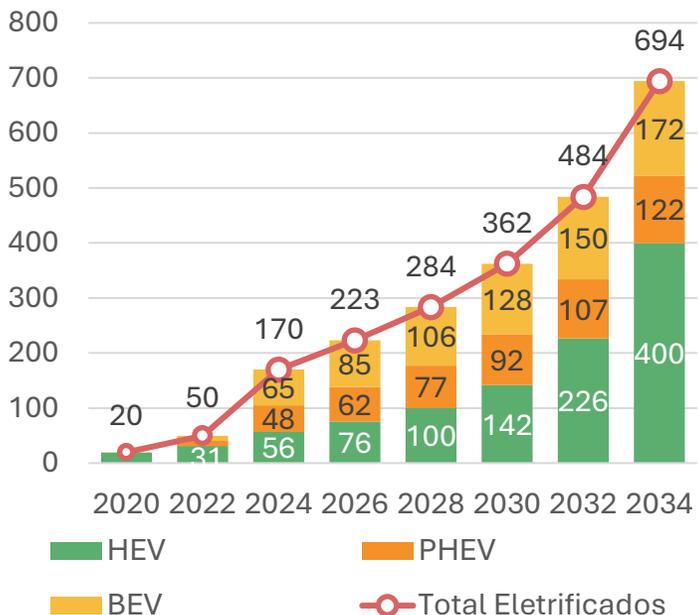


- **Crescimento do mercado de veículos puxado, sobretudo, pelo crescimento do PIB, aumento da oferta de crédito e do salário mínimo, além de reduções nas taxas de juros.**
- Estabilização monetária, tendência de queda da taxa de juros e de aumento da renda permitirão a continuação do aumento de vendas de automóveis.
- **Com o aumento dos preços dos automóveis e considerando a renda média do trabalhador brasileiro, percebe-se que uma alta parcela de renda é despendida para a compra de um automóvel no Brasil.**

# A eletrificação da frota de veículos leves deve aumentar gradualmente no Brasil

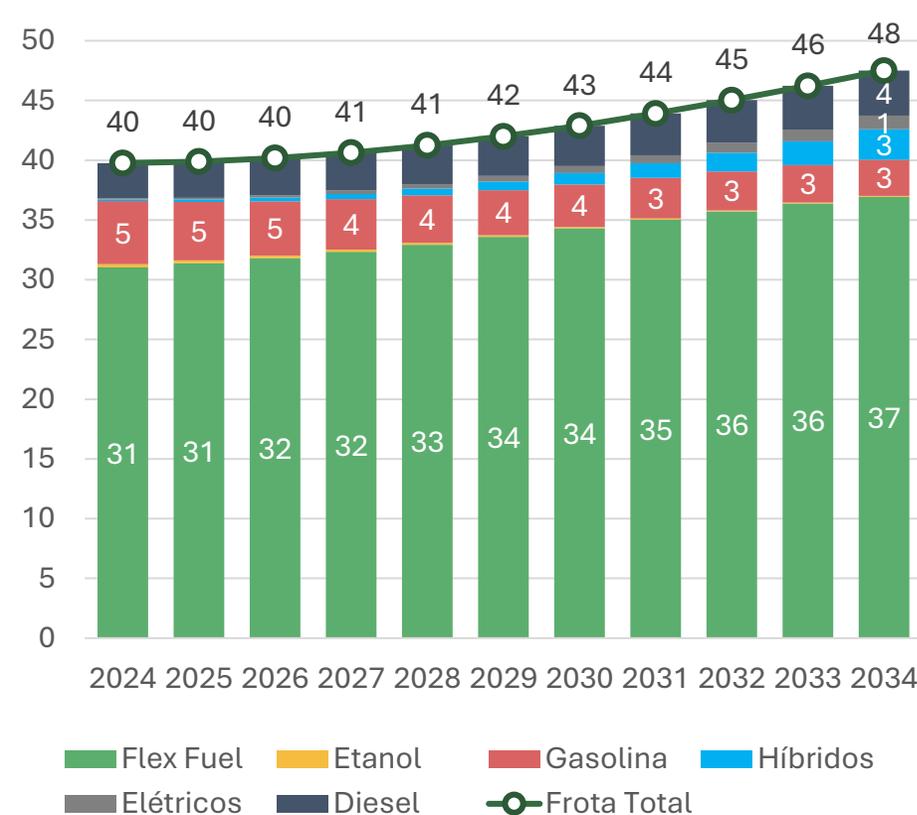
## Licenciamento de veículos leves híbridos e elétricos (mil veículos; % total)

Fonte: EPE



## Frota de veículos leves por motorização (milhão de veículos)

Fonte: EPE



Nota: Híbridos considera o híbrido convencional e o híbrido plug-in (PHEV).

- Eletrificação tem ganhado relevância no Brasil, **estimulada por incentivos estaduais e municipais**, como a isenção de rodízio de carros em São Paulo e redução em tributos.
- Barreiras à entrada devem, inicialmente, **limitar a demanda por veículos eletrificados aos compradores do segmento premium**.
- Projeta-se **penetração progressiva de eletrificados**, elevando-se rapidamente na próxima década. A frota de HEV e BEV deverá ultrapassar 1 milhão em 2030, com **alta participação de híbridos**.

**PDE** 2034

# Eletrificação de ônibus no Brasil



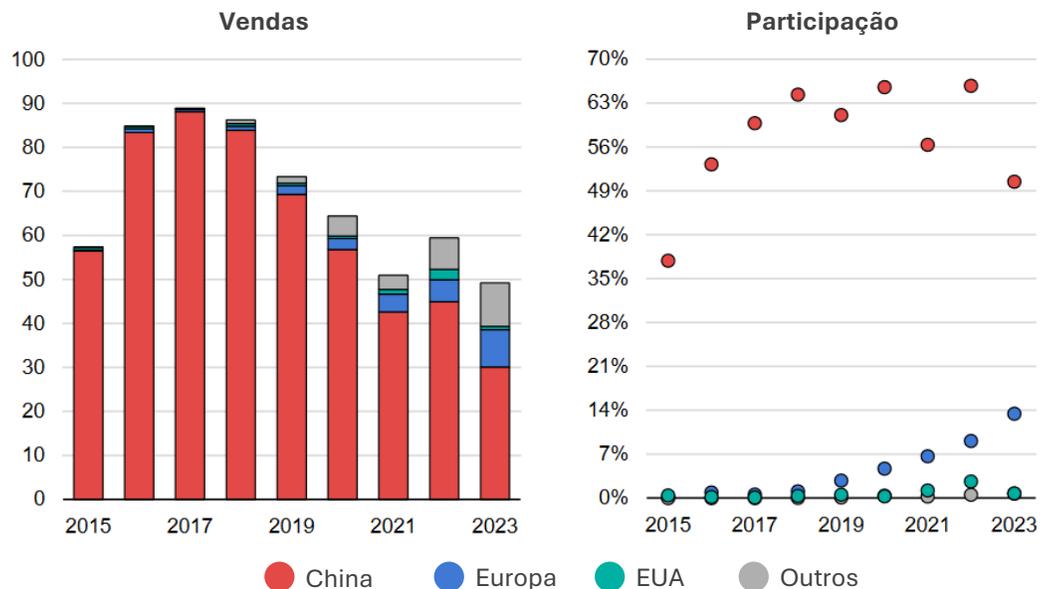
MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

# A eletrificação de ônibus se acelera globalmente

## Vendas de ônibus elétricos (mil unidades)

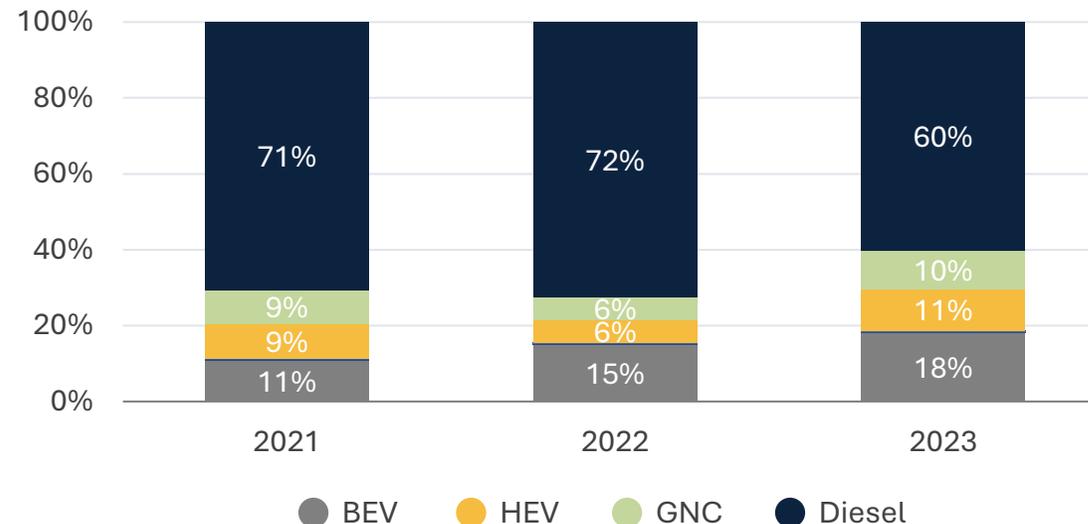
Fonte: IEA, EV Outlook 2024



- China **mostra liderança pioneira nas vendas de ônibus elétricos** devido a apoio político, disponibilidade de produção doméstica e incentivos econômicos.
- Na América Latina, **32 cidades em 11 países estabeleceram metas para eletrificar as frotas**. A frota de ônibus elétricos cresceu mais de 150% entre 2020 e 2023 ([E-Bus Radar](#)).

## Vendas de ônibus elétricos na Europa (%)

Fonte: ICCT e Autovista

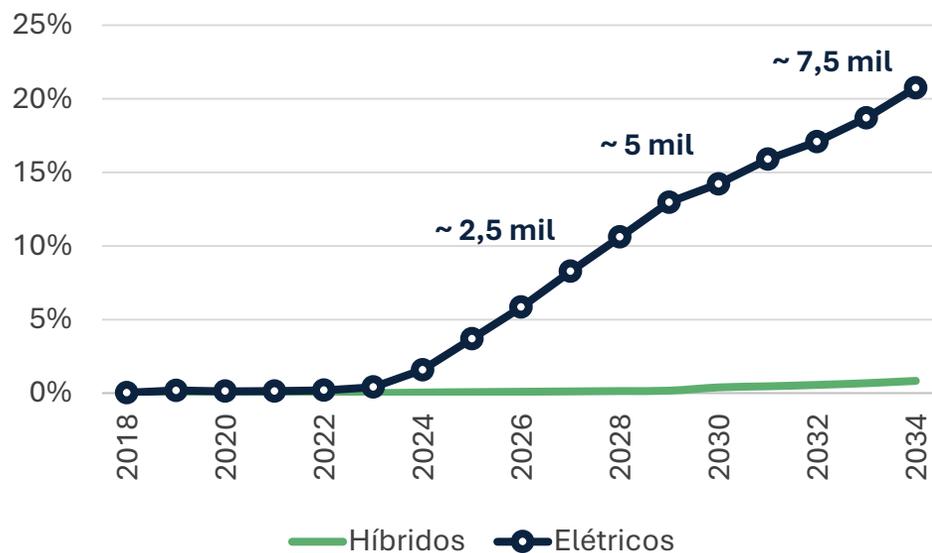


- A Europa concentra **grande número de cidades com metas de implementação de ônibus de zero emissão** e uma importante produção local. Mas a eletrificação não está sendo a única solução adotada.
- Vendas de **ônibus urbanos elétricos** ficaram em **43% em 2023**. No entanto, somente 1% dos ônibus rodoviários europeus foram elétricos. **Ônibus híbridos e a gás natural** seguem significativos.

# Políticas públicas fomentam a inserção de ônibus elétricos na frota nacional

## Licenciamento de novos ônibus híbridos e elétricos (%)

Fonte: EPE, com dados históricos de [Anfavea](#)



- A Política Nacional de Mobilidade Urbana levou à elaboração de Planos de Mobilidade Urbana ([MDR](#)), que preveem reduções das emissões e de poluentes locais. **A adesão de algumas cidades brasileiras ao [C40](#) acelerou a implementação de políticas para reduzir as emissões.**

- A compra de ônibus elétricos a bateria (BEV) tem sido anunciada por diversas cidades brasileiras, como [São Paulo](#), [São José dos Campos](#), [Salvador](#) e [Curitiba](#). O Novo PAC prevê investimentos de R\$ 7,3 bilhões até 2028 em renovação da frota com ônibus elétricos para 7 estados e 61 municípios.

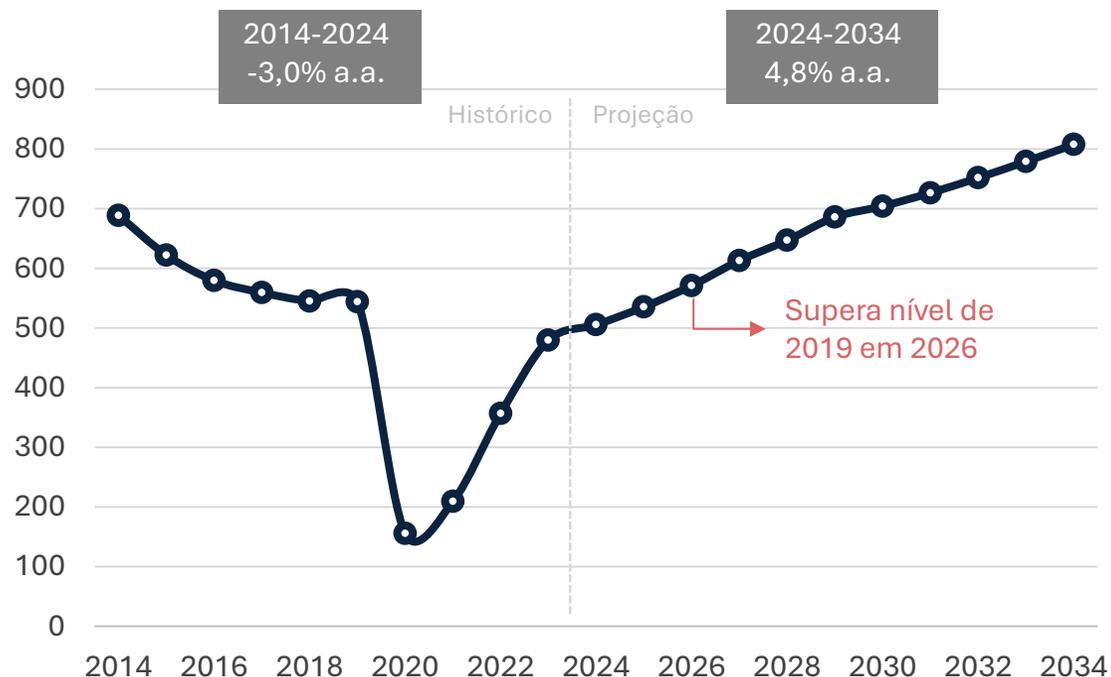


- **Em 2034, ônibus eletrificados representarão 9% de uma frota de mais de 530 mil unidades**, especialmente na categoria Padron. Além disso, projeta-se que parte dos BRTs (*Bus Rapid Transit*) serão elétricos.
- O **alto preço de aquisição** dos ônibus elétricos tem sido remediado via novos modelos de negócios. A **eletrificação ainda tem barreiras**, especialmente relacionadas à **infraestrutura de carregamento**. Espera-se que os ônibus híbridos liderem as participações para **aplicações não urbanas e para cidades menores**.

# No Brasil, a demanda por ônibus tende a aumentar

## Atividade de ônibus no Brasil (bilhão passageiro-quilômetro - pkm)

Fonte: EPE



- Projeta-se a **retomada** tanto do crescimento do **PIB per capita**, como do emprego e da distribuição de renda para a próxima década. Isso deve influenciar na **recuperação da demanda por transporte de passageiros**, que cresceu 3,4% a.a. entre 2000 e 2014, se retraiu 3,0% a.a. entre 2014 e 2024, e agora deve tornar a crescer **4,8% a.a. até 2034**.
- Apesar do crescimento das vendas de **veículos leves** novos, sua atividade deve aumentar somente em **2,3% a.a.**, frente a um crescimento total da demanda por mobilidade de 3,4% a.a. Isso deve impulsionar a demanda por transporte de passageiros rodoviários coletivos em ônibus.

**PDE** 2034

# Eletrificação de caminhões no Brasil



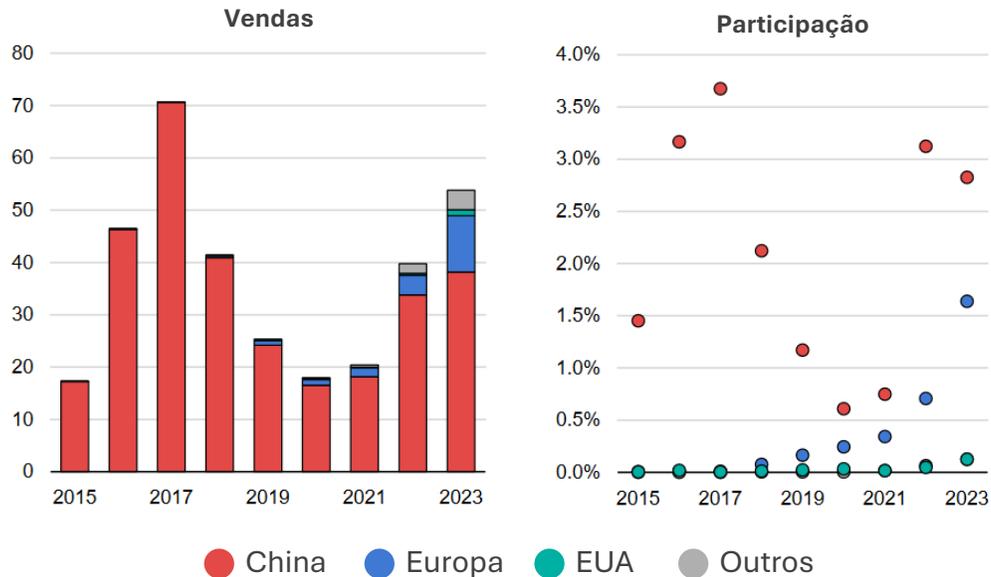
MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

# A eletrificação de caminhões avança lentamente no mundo

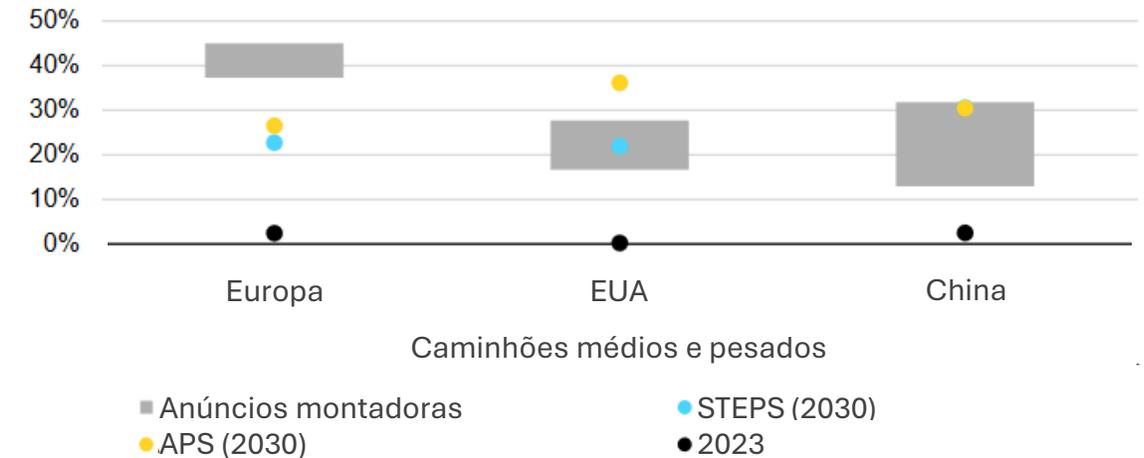
## Vendas de caminhões elétricos (mil unidades)

Fonte: IEA, EV Outlook 2024



## Penetração de tecnologias limpas em caminhões médios e pesados

Fonte: IEA, EV Outlook 2024



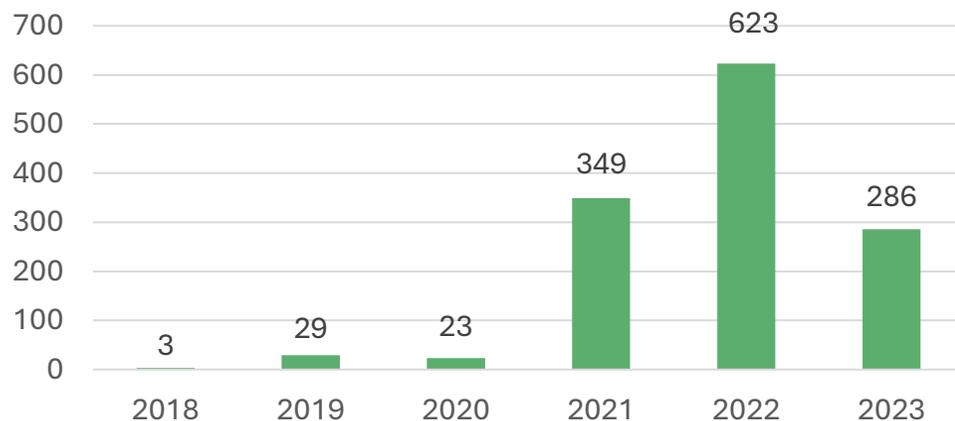
- **A China também está à frente quando se trata de eletrificação de caminhões.** Mas a inserção ainda é muito inferior quando comparada aos ônibus. Nos modelos mais pesados, a venda de caminhões a GNL está se destacando ([MYSTEEL](#)).

- Na Europa, a venda começa a deslançar, com um licenciamento anual que atingiu 10 mil caminhões elétricos em 2023. Ademais, IEA destaca o **elevado comprometimento das montadoras na Europa.**

# Há espaço para caminhões elétricos leves e médios no Brasil

## Caminhões elétricos novos licenciados no Brasil

Fonte: Denatran, Fenabreve, Anfavea e [PNME](#)



- No Brasil, **as vendas de caminhões elétricos avançaram rapidamente** nos últimos anos. No entanto, registrou-se uma queda nas vendas em 2023, em especial pelo aumento da oferta de modelos de comerciais leves elétricos. Tais vendas estão crescendo, por serem **modelos mais próprios para a última milha** (*last-mile delivery*), além de não exigirem carteira de motorista de caminhoneiro.

## Principais frotistas de caminhões elétricos no Brasil

Fonte: [PNME](#)

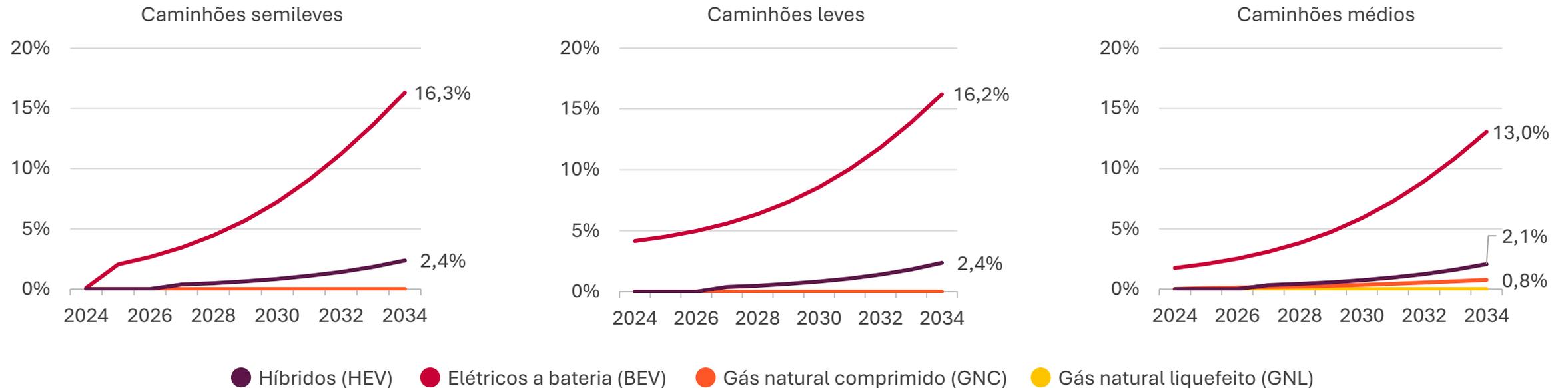
Empresa	Especialidade	Origem da frota	Caminhões
Ambev	Fabricante de bebidas	JAC e VWCO	255
JBS	Alimentos à base de proteína	JAC	200
DHL	Serviços de logística	JAC	40
Coca Cola Femsa	Fabricante de bebidas	VWCO	31
Magazine Luiza	Varejo	JAC	23
Pepsico	Alimentícia e bebidas	JAC	10
Heineken	Fabricante de bebidas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

- Vem crescendo o número de frotistas **comprometidos a reduzir as emissões** por meio do uso de caminhões elétricos. Isso impulsiona as vendas de caminhões leves e médios, tanto os elétricos como aqueles movidos a gás natural.

# Disseminação significativa em caminhões semileves a médios

## Penetração de motorizações alternativas no licenciamento de novos caminhões, por categoria (%)

Fonte: EPE

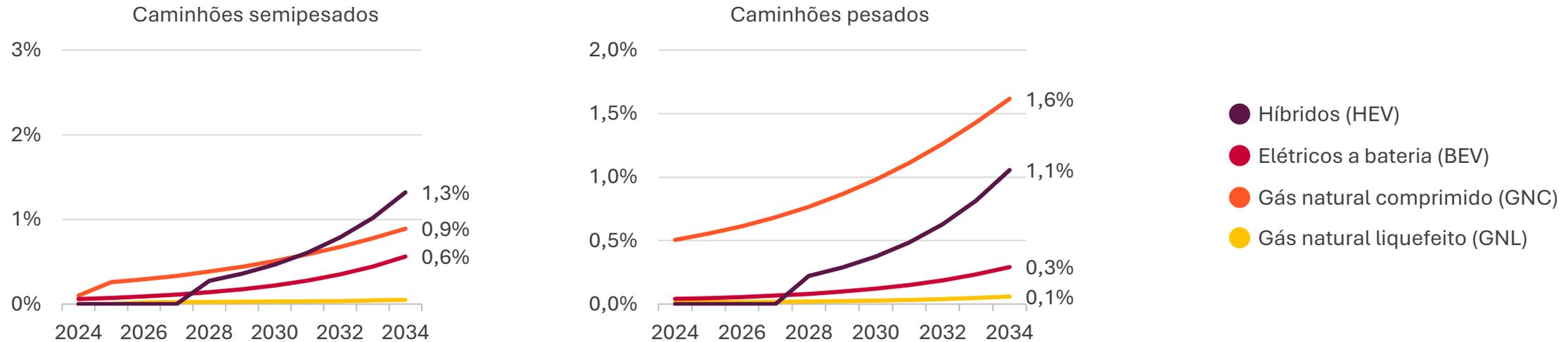


- **Restrições à circulação de veículos poluentes** em ambientes urbanos estimulam a **eletrificação das entregas** entre centros de distribuição e o varejo, mas também das entregas diretamente ao cliente final (*last-mile delivery*).
- **Pressões ESG** e a possibilidade de negociar a **compra de eletricidade no Mercado Livre de Energia**, além da possibilidade de **geração distribuída**, também estimulam a adoção de caminhões elétricos.
- A possibilidade de **recarregar baterias durante carga e descarga e à noite** otimiza utilização.

# Mas projeta-se eletrificação pouco expressiva em semi-pesados e pesados

## Penetração de motorizações alternativas no licenciamento de novos caminhões, por categoria (%)

Fonte: EPE



- Para veículos maiores, o **peso das baterias torna a eletrificação mais difícil e cara**, restringindo sua aplicação para distâncias menores.
- Licenciamento de veículos pesados a gás natural cresce significativamente, mas a disponibilidade de infraestrutura de abastecimento limita o aumento de sua participação. A opção do gás natural está crescentemente sendo adotada pela introdução de corredores de abastecimento de caminhões a gás natural (corredores azuis), e pela **possibilidade de uso do biometano**.
- **Hibridização é uma alternativa crescentemente interessante**, especialmente devido ao aumento das restrições às emissões. A frota de eletrificados representará **1,2% da frota total de 2,3 milhões de unidades em 2034**.

**PDE** 2034

# Minerais estratégicos



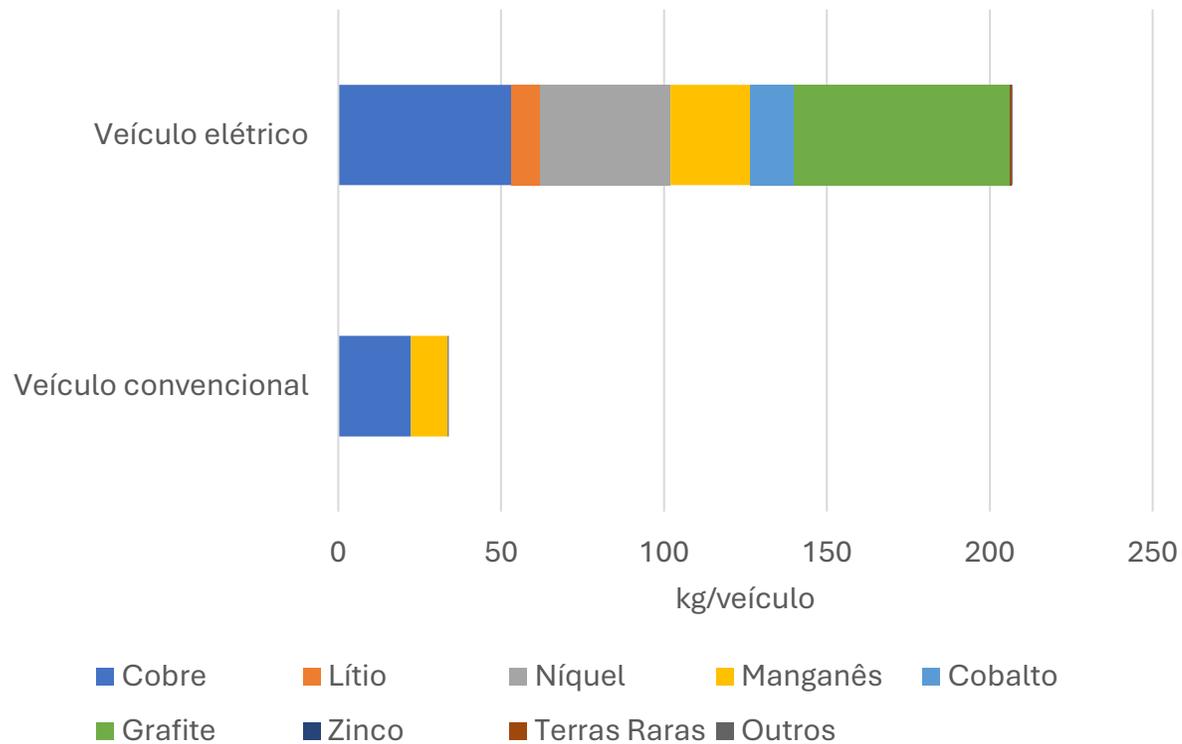
MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

# Minerais estratégicos e a eletromobilidade

## Minerais utilizados na montagem de veículos elétricos comparado com um veículo leve convencional a combustão interna (kg/veículo)

Fonte: [IEA](#)

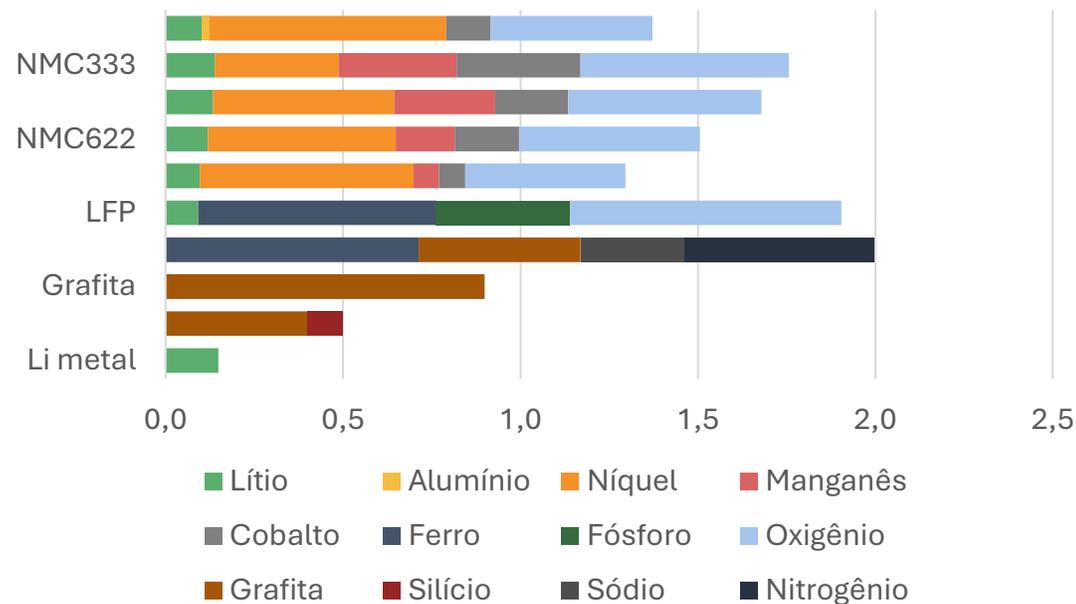


- O aumento da demanda por baterias representa **extração e mineração de maiores quantidades de minerais estratégicos**, particularmente lítio, cobalto, níquel e grafite.
- Na manufatura de veículos automotivos elétricos, o lítio tem presença importante, sendo utilizado nos anodos, catodos e eletrólitos das células da bateria, representando 8,9 kg por veículo, segundo [IEA](#). **Tal quantidade é muito superior à utilizada em veículos leves convencionais de combustão interna.**
- **No Brasil, há reservas mais significativas de níquel, manganês, grafita e terras raras ([USGS](#))**, com oportunidades para ampliação das produções dessas e outras jazidas, como as de lítio. Além disso, existe a **necessidade do desenvolvimento da tecnologia industrial nacional em apoio ao fortalecimento dos mercados destes minerais.**

# Projeções de minerais estratégicos para fabricação de baterias no Brasil

## Composição de diferentes catodos e anodos em baterias de lítio (kg/kWh)

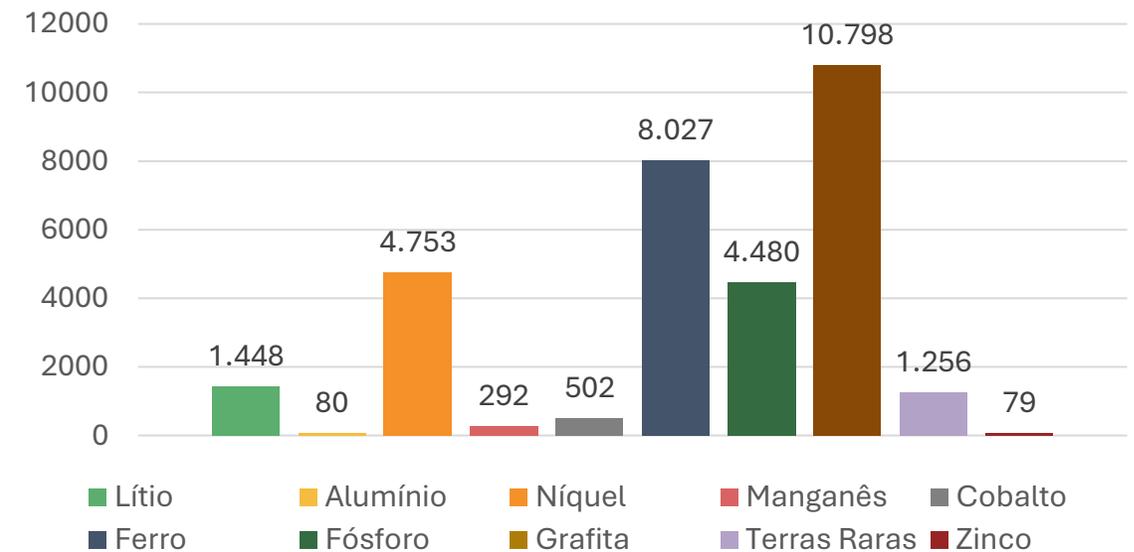
Fonte: IEA, EV Outlook 2023



- Há predomínio do **lítio e níquel** como principais componentes das baterias utilizadas em veículos elétricos no mundo.

## Quantidade de minerais estratégicos para baterias de veículos eletrificados licenciados em 2034 (toneladas)

Fonte: EPE, a partir de IEA, EV Outlook 2023



- No horizonte decenal, a **quantidade de lítio necessária para a produção de baterias é de cerca de 1,5 mil toneladas em 2034** ou 8,8 mil toneladas entre 2025 e 2034, para atendimento da eletrificação da frota brasileira.
- Outros três minerais mais demandados (grafita, ferro e níquel) estão presentes nas reservas e produções brasileiras.

# Considerações finais

# Considerações finais

- A **eletrificação do transporte rodoviário** continua a se acelerar, **se estabelecendo como a principal tecnologia do futuro para diversos países**. A adoção está sendo particularmente intensa em regiões como **China, EUA e Europa**.
- **Investimentos em distribuição, transmissão e geração de eletricidade são necessários** e também podem se constituir em um importante **desafio à expansão** desta tecnologia veicular.
- **Incentivos governamentais e investimentos** públicos e privados em **redes de carregamento** público auxiliam a disseminação. **Montadoras**, motivadas pela regulação, crescentemente **investem na eletrificação**, e divulgam **metas de penetração dessa nova tecnologia**.
- **Compromissos ESG e regulatórios, aumento da autonomia** e da crescente **disponibilidade de novos modelos** elétricos, assim como a **queda dos preços das baterias**, devem **continuar acelerando a penetração de veículos elétricos**.
- Uma **importante barreira** é a **disponibilidade de oferta de baterias**. Uma rápida eletrificação pode levar a **insuficiência de oferta de minerais estratégicos**, com reflexos **geopolíticos**, devido à **concentração da produção e do processamento** desses materiais em países **fora da OCDE**.
- Em um contexto de segurança energética, **os países deverão promover novas fontes de arrecadação e/ou a previsibilidade orçamentária**, caso a demanda por combustíveis fósseis sofra redução expressiva, pela entrada de **tecnologias alternativas**.

# Considerações finais

- O Brasil, por suas potencialidades na produção de bioenergia e energia hidrelétrica, com perspectivas de geração expressiva eólica e solar, possui diversas possibilidades à economia de baixo carbono. Neste contexto, **a eletromobilidade surge como uma das alternativas para descarbonização do transporte rodoviário nacional.**
- Uma **vantagem brasileira** que **reduz o ímpeto/necessidade da eletrificação no Brasil**, é a **disseminação de biocombustíveis** na matriz de transportes rodoviária.
- **Os preços elevados dos modelos, infraestrutura de recarga a ser ampliada e o perfil do parque fabril local** (com foco em híbridos) induzem a produção de **eletrificados** para oferta no **mercado premium** e para **os consumidores dos segmentos de maior renda**. Em **2034**, os veículos leves **eletrificados** (híbridos e elétricos) representarão **18% dos licenciamentos** desta categoria, contabilizando **694 mil unidades**, e a **frota de híbridos e elétricos** alcançará **3,7 milhões de veículos**.
- Para veículos pesados, a eletrificação deve avançar em nichos, como a entrega em última milha por comerciais leves e **caminhões leves (16% dos licenciamentos)**, e os ônibus urbanos (**26% de participação**). Para **caminhões semipesados e pesados, tecnologias híbridas e a gás natural devem se expandir mais do que os elétricos**, com manutenção do domínio da **combustão do diesel (93% das vendas em 2034)**.

# PDE 2034

Clique [aqui](#) e acesse todos os estudos do PDE 2034



Siga a EPE nas redes sociais e mídias digitais:



MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA

