

PDE 2034

Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2034

Demanda Energética do Setor de Transportes

Setembro de 2024



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Ficha técnica

(composição dos cargos em 3 de setembro 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



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

PDE 2034

Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2034

Demanda Energética do Setor de Transportes

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

Alberto Jose Leandro Santos

Leonidas Bially O. do Santos

Bruna Souza Lopes Graça

Leticia Gonçalves Lorentz

Bruno R. L. Stukart

Lucas dos Santos R. Morais

Bruno Scola L. Cunha

Nikolaos Mikail Dimitriadis

Carlos Augusto Goes Pacheco

Pedro Paulo F. da Silva

Carolina B. M. Pena (estagiária)

Rafael Moro da Mata

Filipe de Pádua F. Silva

Vitor Manuel do E. S. Silva

Gabriel da Silva A. Jorge

Apoio Administrativo

Raquel Lopes Couto

Rio de Janeiro, 2024

Foto da capa: flickr por Ana Perugini.

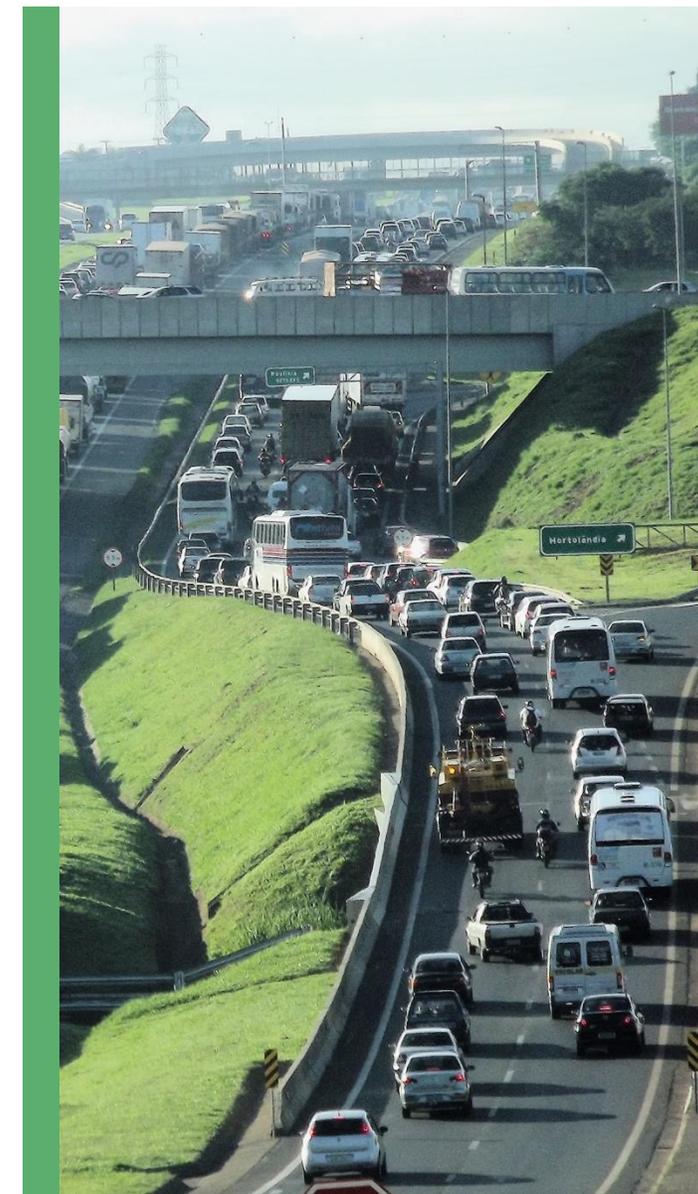
PDE 2034

Demanda Energética do Setor de Transportes

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 setor de transportes é um dos maiores consumidores de energia do Brasil e primordial para permitir o crescimento e desenvolvimento da nação. Os estudos aqui contidos são essenciais para permitir a segurança energética e contribuem para suporte ao planejamento energético nacional. Além de permitir que reguladores, formuladores de políticas públicas e investidores tenham acesso a informações e projeções técnicas realizadas por instituição reconhecida pela qualidade dos seus trabalhos.



Avisos

Esta publicação contém projeções acerca de eventos futuros que refletem a visão da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) no âmbito do Plano Decenal de Expansão de Energia 2034 (PDE 2034). 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.

Este documento possui caráter informativo, sendo destinado a subsidiar o planejamento do setor energético nacional. Logo, quaisquer decisões de encaminhamento (tais como formulação de políticas públicas, definição de diretrizes estratégicas, decisões de investimento ou de estratégias de negócio) dependem de outras instituições públicas e privadas.

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 informações 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
CMT = Capacidade máxima de tração
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
tep = Tonelada equivalente de petróleo
tku = Tonelada-quilômetro útil
pkm = Passageiro-quilômetro
lge = Litro de gasolina equivalente, sendo a gasolina C, com 27% de etanol anidro, como referência (1.000 lge = 0,706 tep = 29,57 GJ)

Definições

GNC = Gás natural comprimido
GNL = Gás natural liquefeito
GNV = Gás natural veicular
QAV = Querosene de aviação
TUP = Terminal portuário de uso privado
VEN = Vias economicamente navegadas

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.
Atividade = Trabalho relativo ao deslocamento de uma tonelada de carga ou de um passageiro à distância de um quilômetro (tku ou pkm).
Intensidade energética = Montante de energia necessário para produzir uma unidade de serviço de transporte (lge/tku ou lge/pkm).

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

Panorama do setor de transportes no Brasil



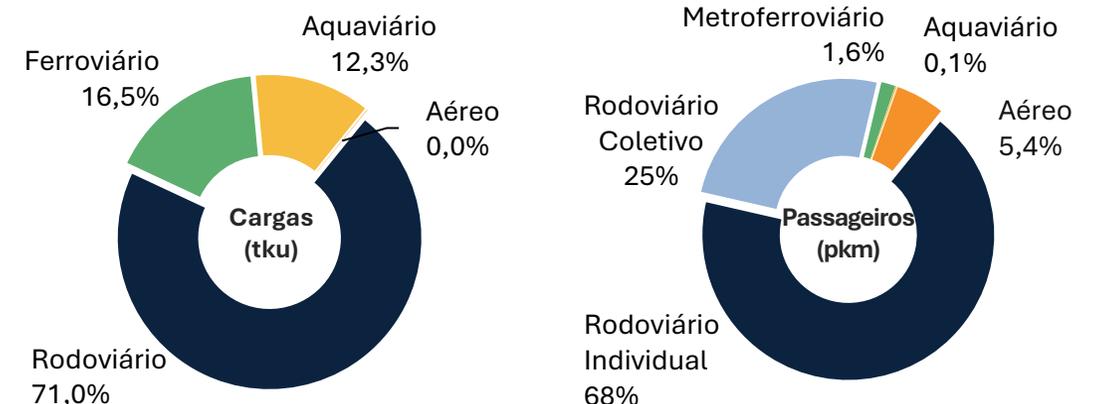
MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

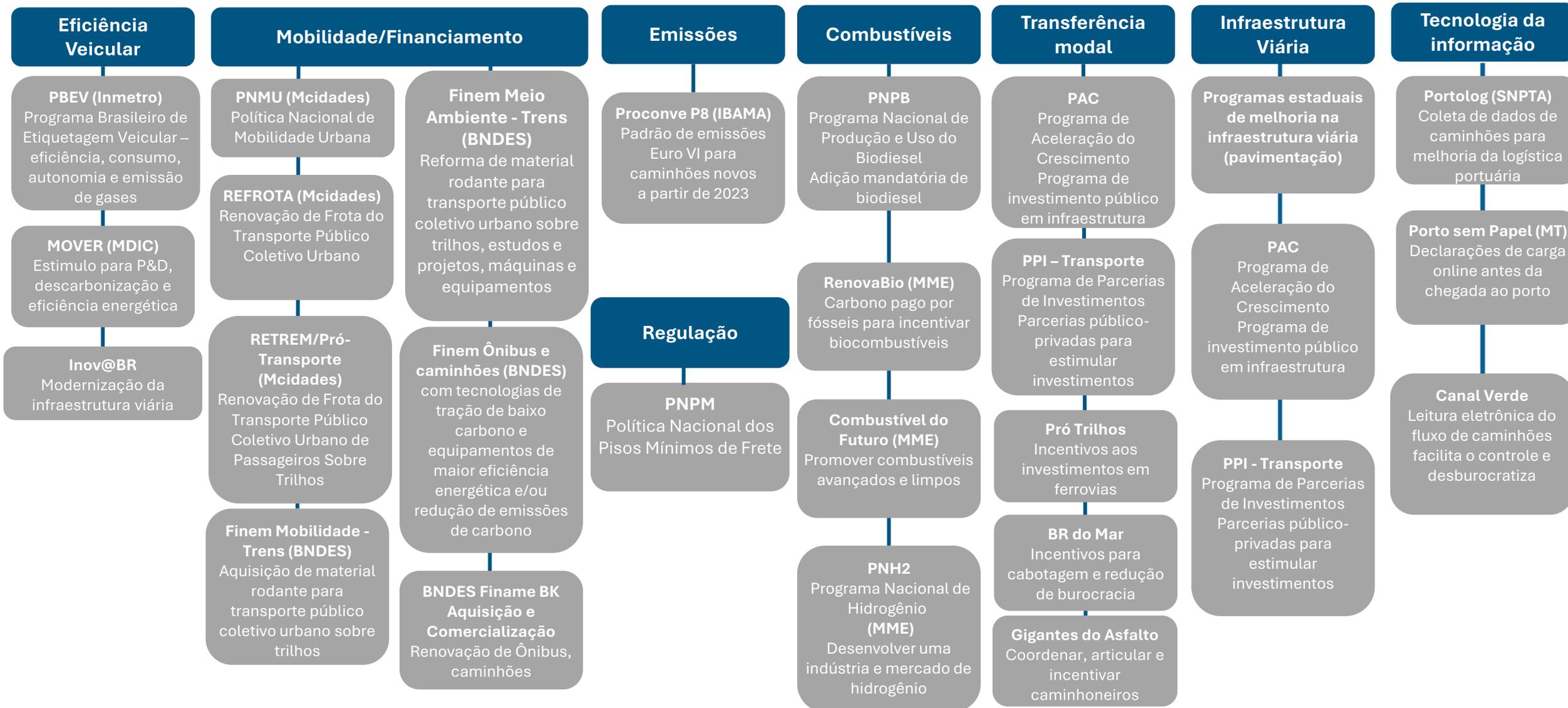
Infraestrutura brasileira de transportes



Distribuição modal da atividade do setor de transportes (2023)



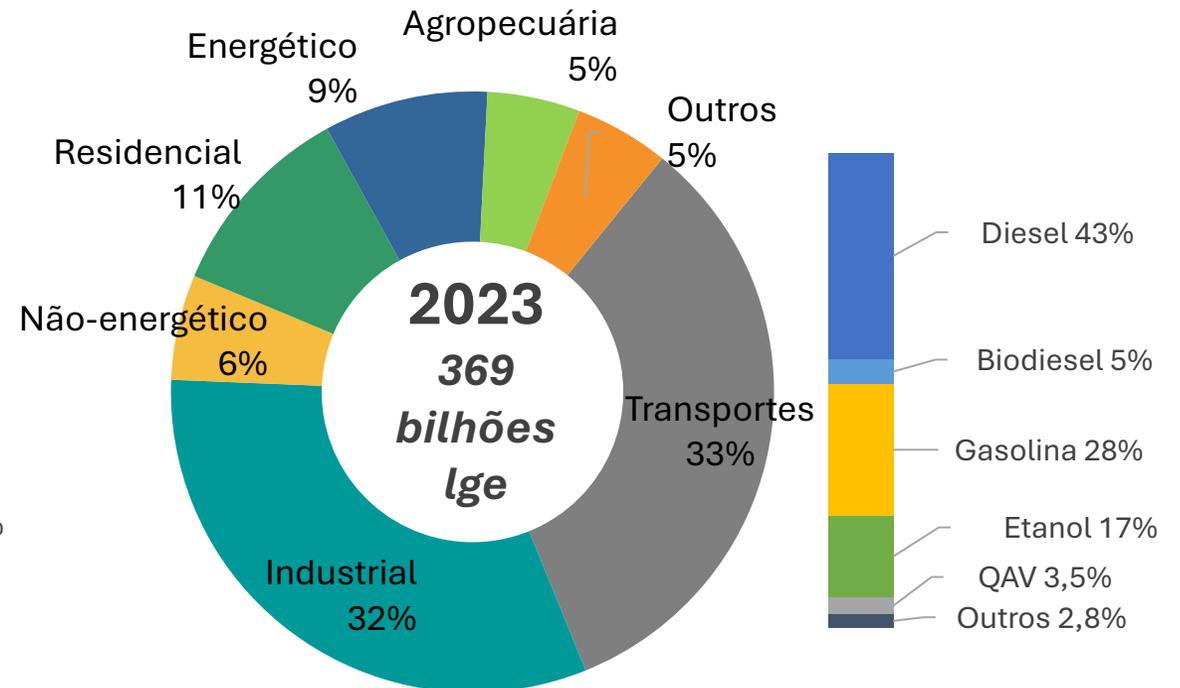
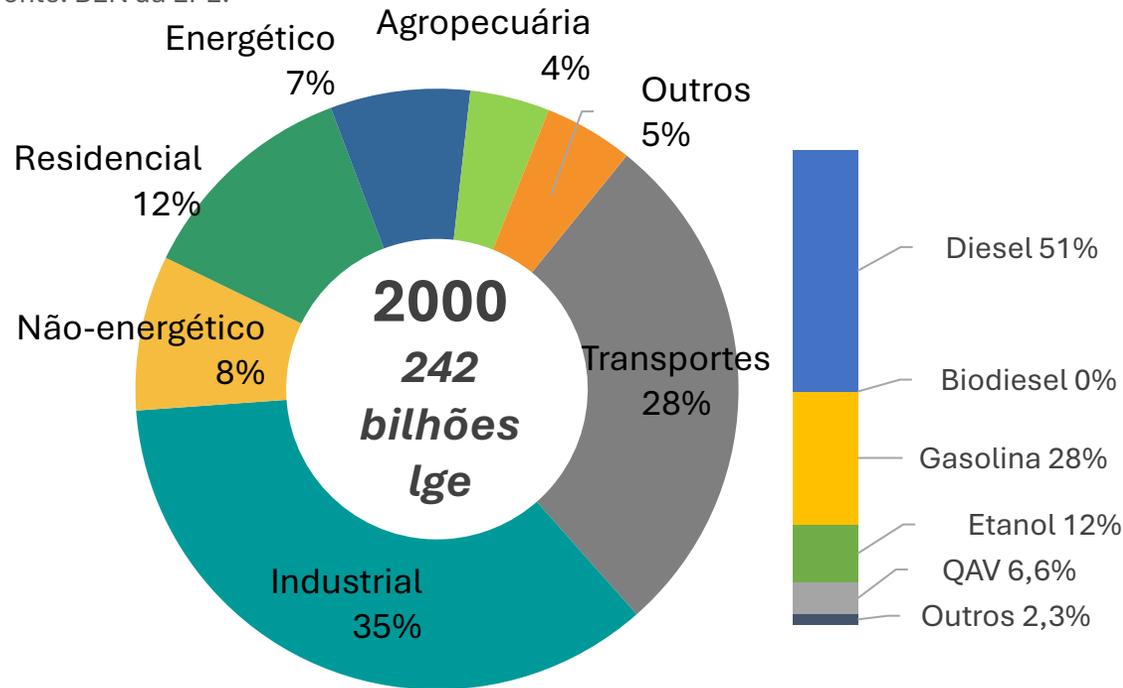
Políticas e programas associados ao setor de transportes brasileiro



Importância do setor de transportes no consumo energético brasileiro

Evolução do consumo final energético e do setor de transportes no Brasil (bilhão lge, %)

Fonte: BEN da EPE.



- O consumo energético nacional cresceu 1,9% a.a. entre 2000 e 2023, em linha com o crescimento do PIB. No mesmo período, o consumo energético do setor de transportes cresceu 2,6% a.a.. O aumento da renda, do consumo da população, do número de veículos e do escoamento da produção contribuíram.

- Destaque para o crescimento de 5,1% a.a. das fontes renováveis no transporte, em especial devido aos incentivos aos biocombustíveis, à disseminação de veículos *flex fuel*, ao aumento do teor mandatório de etanol anidro na gasolina C e ao Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB).

PDE 2034

Transporte de cargas

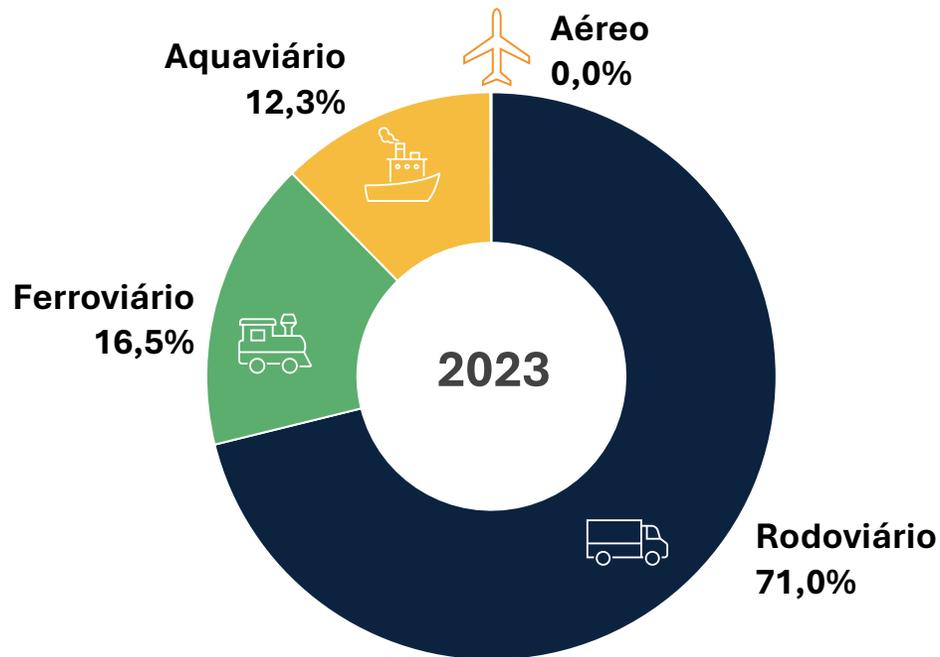


MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

Distribuição modal do transporte de cargas

Atividade do transporte de cargas brasileiro por modo (%)

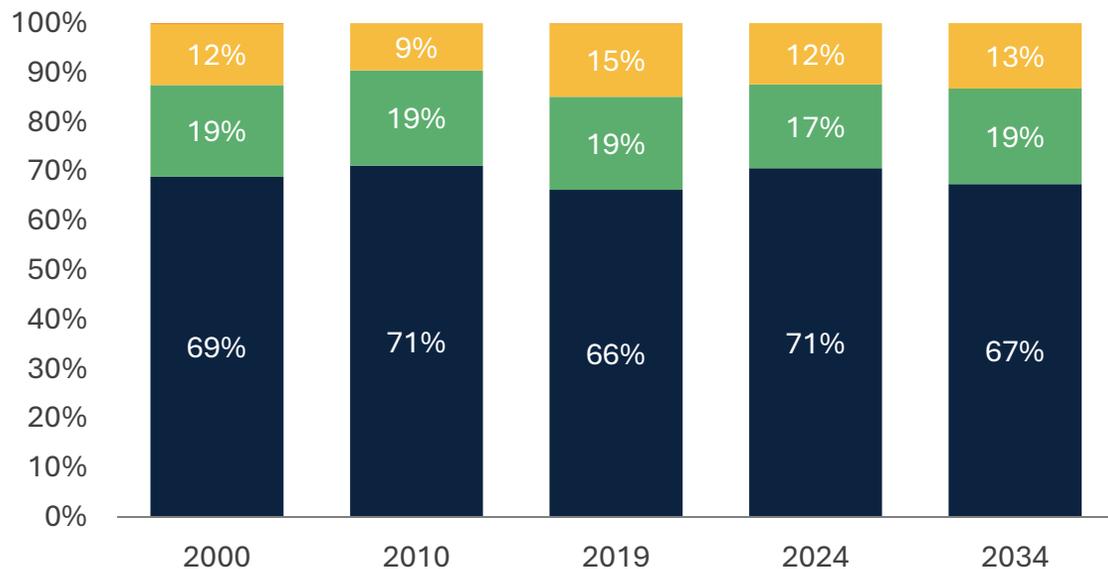


- Embora o Brasil seja um País continental, com um enorme litoral e diversos grandes rios, os caminhões foram responsáveis por mais de 65% da movimentação de cargas nas últimas duas décadas, alcançando 71% em 2023.
- A ênfase do transporte rodoviário no Brasil é resultado, sobretudo, de seu processo de industrialização durante a segunda metade do século XX, no qual a construção de estradas foi fortemente favorecida em detrimento de investimentos ferroviários ([BNDES](#)).
- O frete rodoviário é o menos eficiente em termos de energia por tonelada-km, razão pela qual representou mais de 93% do uso de energia para movimentação de cargas em 2023.

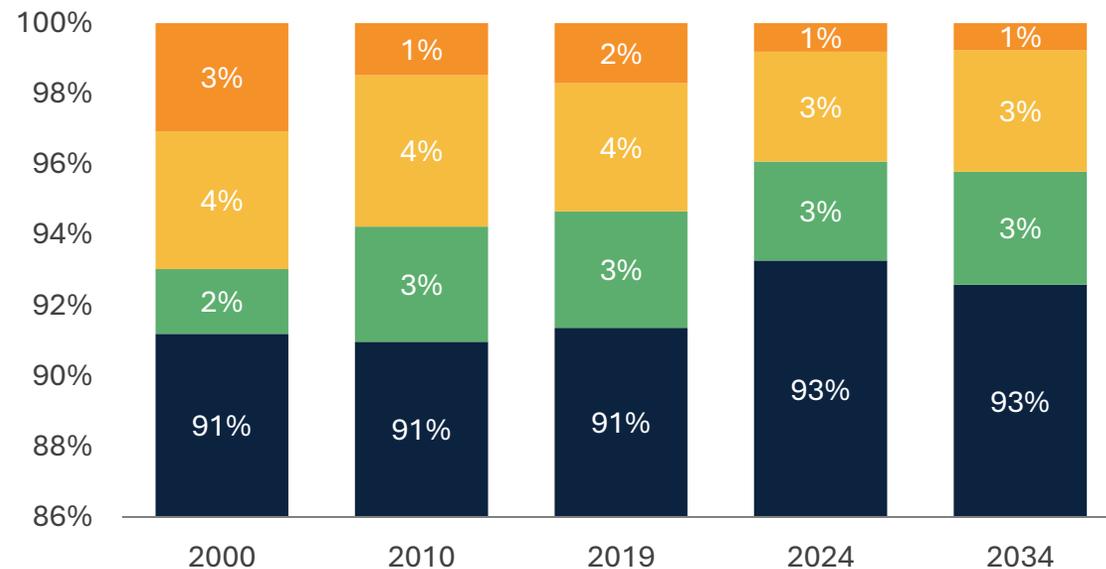
Fonte: O Balanço Energético Nacional associa a demanda energética dutoviária aos setores das respectivas cadeias produtivas. As análises de projeções energéticas do setor de transportes neste caderno não incluem o modo dutoviário.

Transporte rodoviário é predominante na movimentação de cargas no Brasil

Atividade do transporte de cargas brasileiro por modo (tku, %)



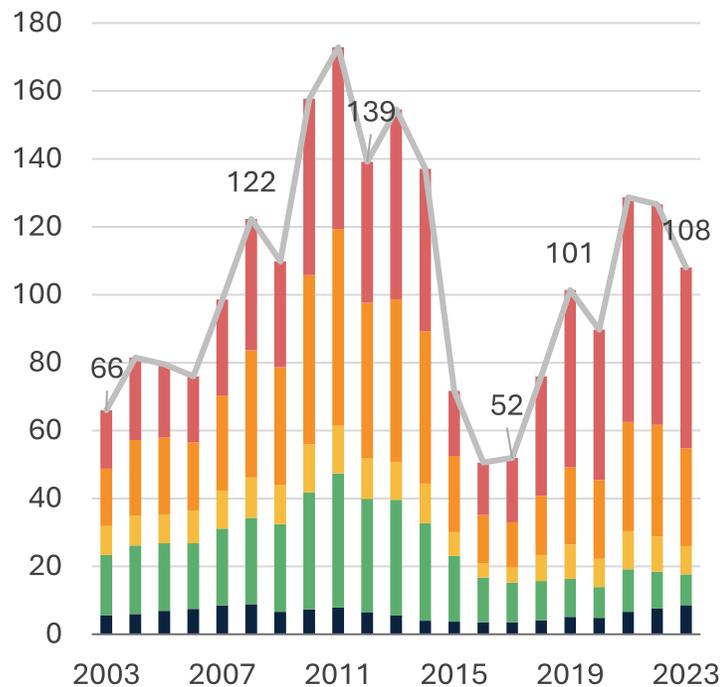
Consumo energético do transporte de cargas brasileiro por modo (%)



● Rodoviário ● Ferrovário ● Aquaviário ● Aéreo

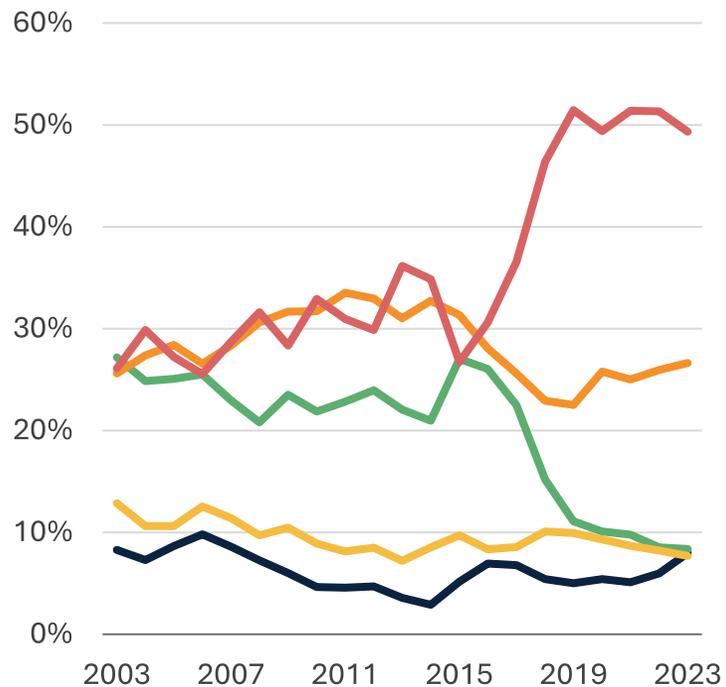
Transporte rodoviário de cargas: licenciamento

Licenciamento total de caminhões novos (mil veículos)



● Semileves ● Leves ● Médios
● Semipesados ● Pesados — Licenciamento total

Licenciamento total de caminhões novos (%)

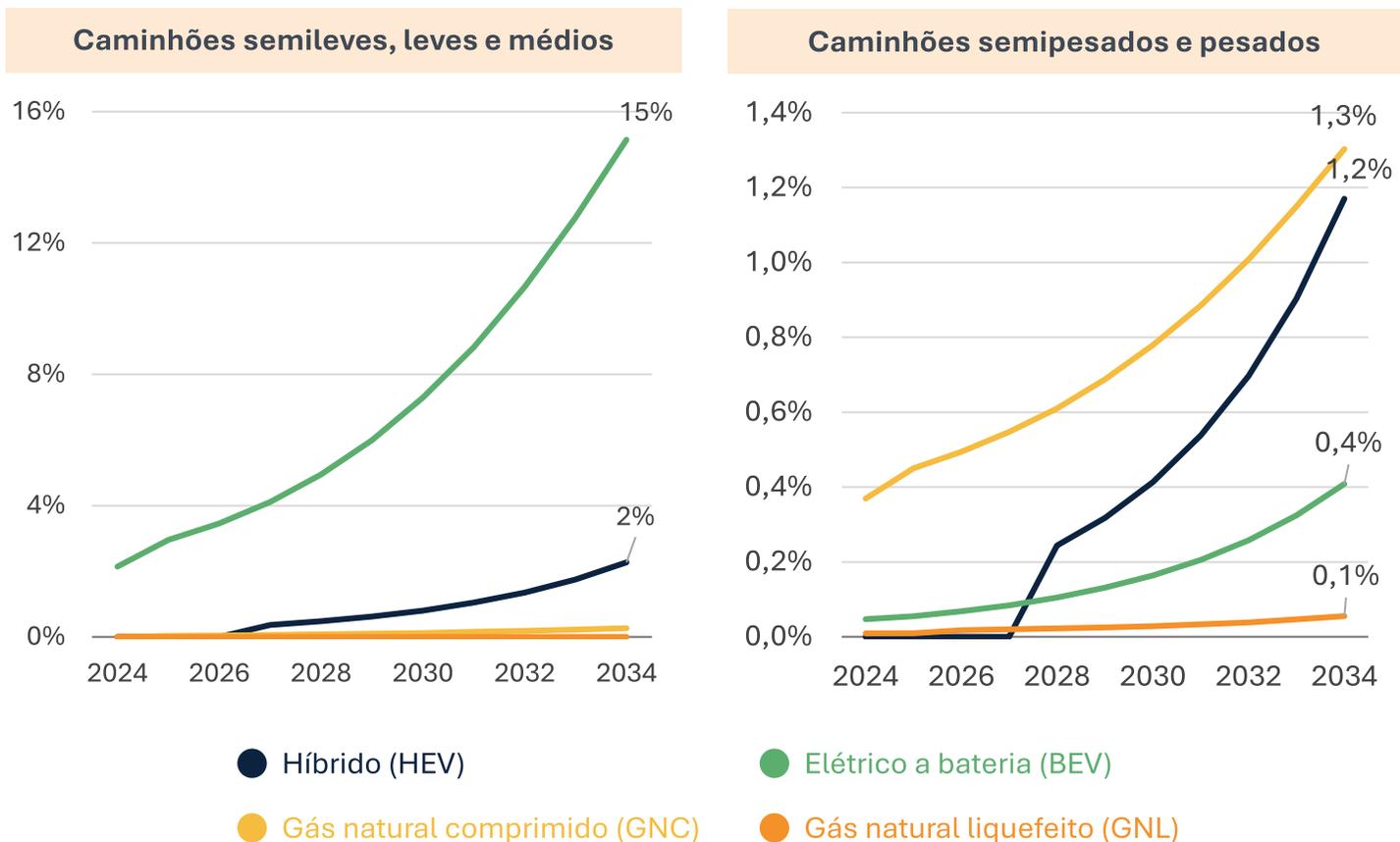


Fonte: [Anfavea](#).

- Após retomada do crescimento das vendas de caminhões em 2021, o setor não manteve o mesmo desempenho. Em 2023, houve redução nos licenciamentos, mas ainda com um resultado superior ao observado em 2019.
- A expansão da **produção agrícola** promoveu um **aumento da participação de caminhões pesados** nos licenciamentos, mais apropriados para o serviço de transporte da produção agrícola por conta de sua maior capacidade de carga.
- As vendas de caminhões leves e médios não se recuperaram, tanto pelo lento crescimento do setor de serviços, quanto pelo aumento das vendas de comerciais leves para o transporte de cargas. **Restrições de movimentação de caminhões em grandes cidades também favorecem veículos comerciais de menor capacidade.**
- Espera-se um **crescimento no número de comerciais leves** ao longo do período, **impulsionado pelo crescimento econômico do Brasil**. Principalmente para movimentação de carga em centros urbanos do tipo última milha.

Transporte rodoviário de cargas: avanço gradual de motorização alternativa

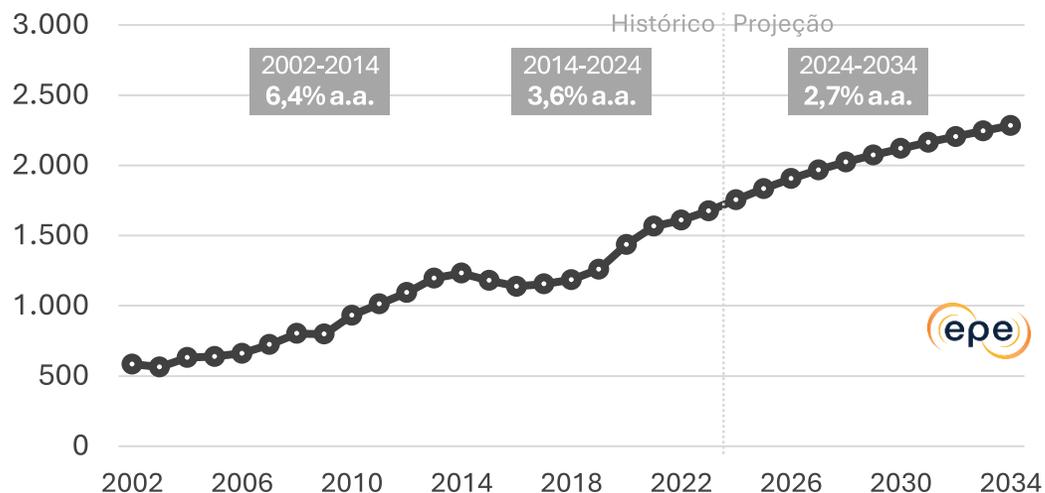
Penetração de motorizações alternativas no licenciamento de novos caminhões (%)



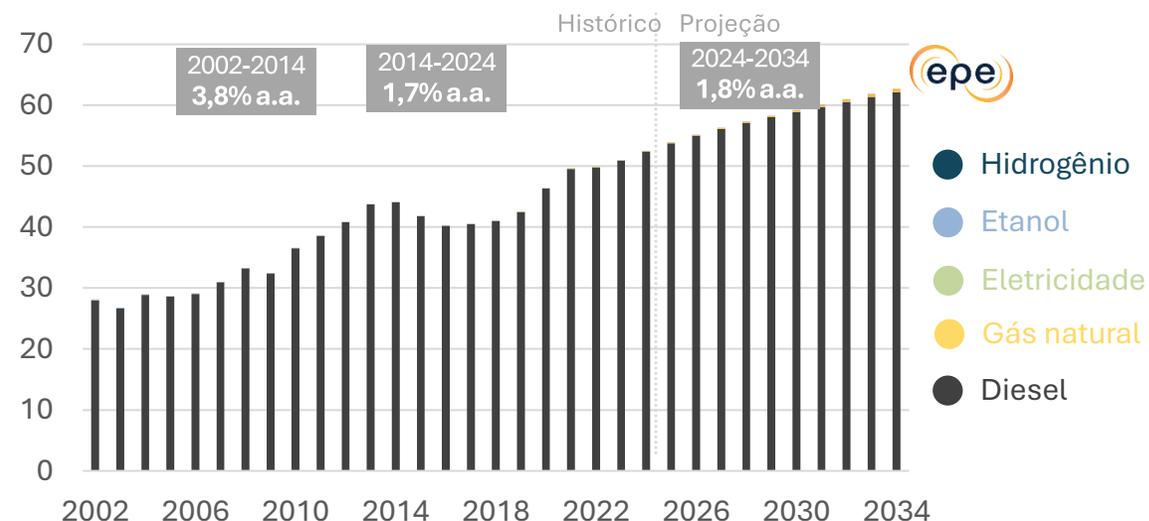
- Em um contexto de compromissos de descarbonização das empresas, há **perspectiva de penetração mais acelerada de caminhões elétricos**, representando **1,2%** de uma frota total de **2,3 milhões unidades** em 2034, especialmente na categoria de caminhões de menor porte.
- Para **caminhões de maior capacidade, o peso das baterias e sua autonomia são desafios à disseminação da eletrificação**. Quanto maior o caminhão, maior é o peso da bateria e seu custo de aquisição, junto com menor capacidade de carga e menor eficiência energética.
- O licenciamento de veículos pesados a gás natural cresce pouco mais do que outras alternativas, mas a disponibilidade de **infraestrutura de abastecimento** limita sua expansão.
- A hibridização de motores é uma alternativa interessante, considerando algumas vantagens operacionais e normativas de emissão cada vez mais restritivos.
- Projeta-se penetração de **comerciais leves eletrificados para o transporte de cargas**, especialmente pelo menor tamanho das baterias, que reduz o custo relativo e impacto sobre o peso do veículo.

Transporte rodoviário de cargas: atividade e demanda energética

Atividade do transporte rodoviário de cargas brasileiro (bilhão tku)



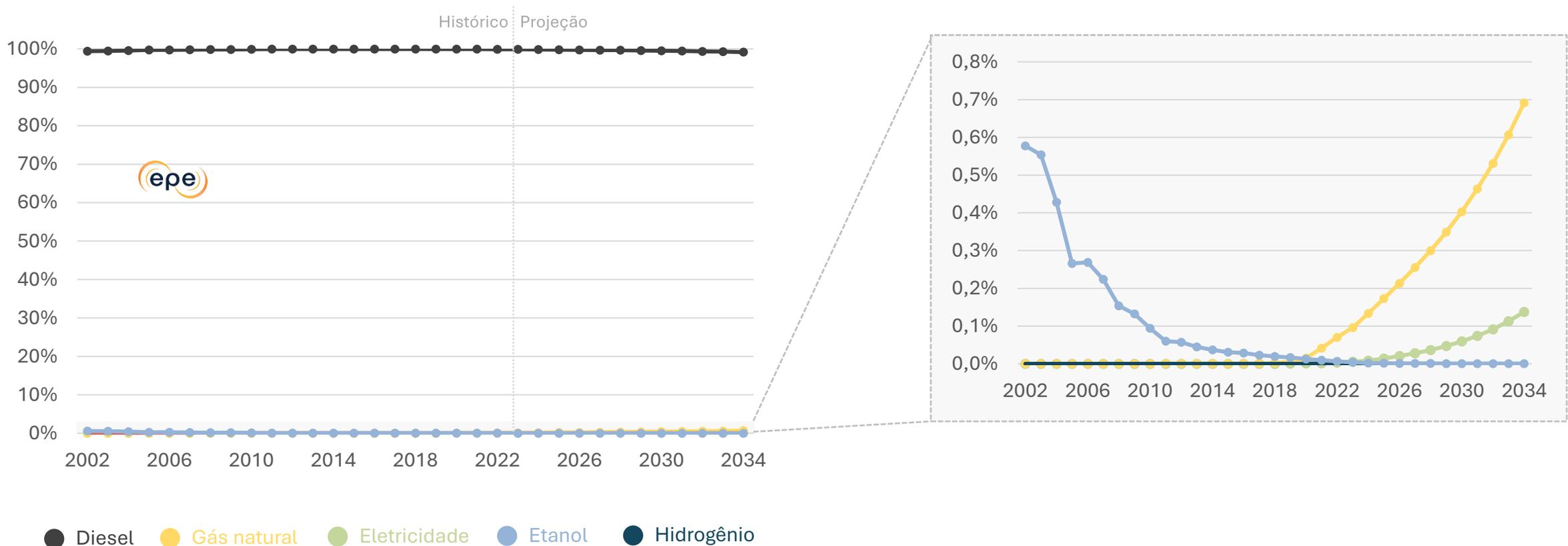
Demanda energética do transporte rodoviário de cargas brasileiro (bilhão lge)



- Além do agronegócio, a recuperação dos setores industrial, de serviços e da construção civil, alavancada pelo Novo Programa de Aceleração do Crescimento (Novo PAC) levam a uma maior demanda por transporte de cargas. Esses setores são fomentados pelo crescimento da população e pelo aumento da renda *per capita*.
- A introdução de novos limites de emissão (Proconve P-8) e o custo do combustível fóssil favorecem a adoção de tecnologias que melhorem a eficiência energética de caminhões, assim como programas governamentais que incentivem a descarbonização. A eletrificação de caminhões se ampliará, especialmente para os de menor porte. Com a penetração de algumas alternativas em nichos de mercado, a demanda de diesel seguirá como predominante (95%) em 2034 para o transporte rodoviário de cargas.
- O aumento da participação de caminhões pesados no transporte rodoviário de cargas também possibilita a redução do consumo médio por tku.

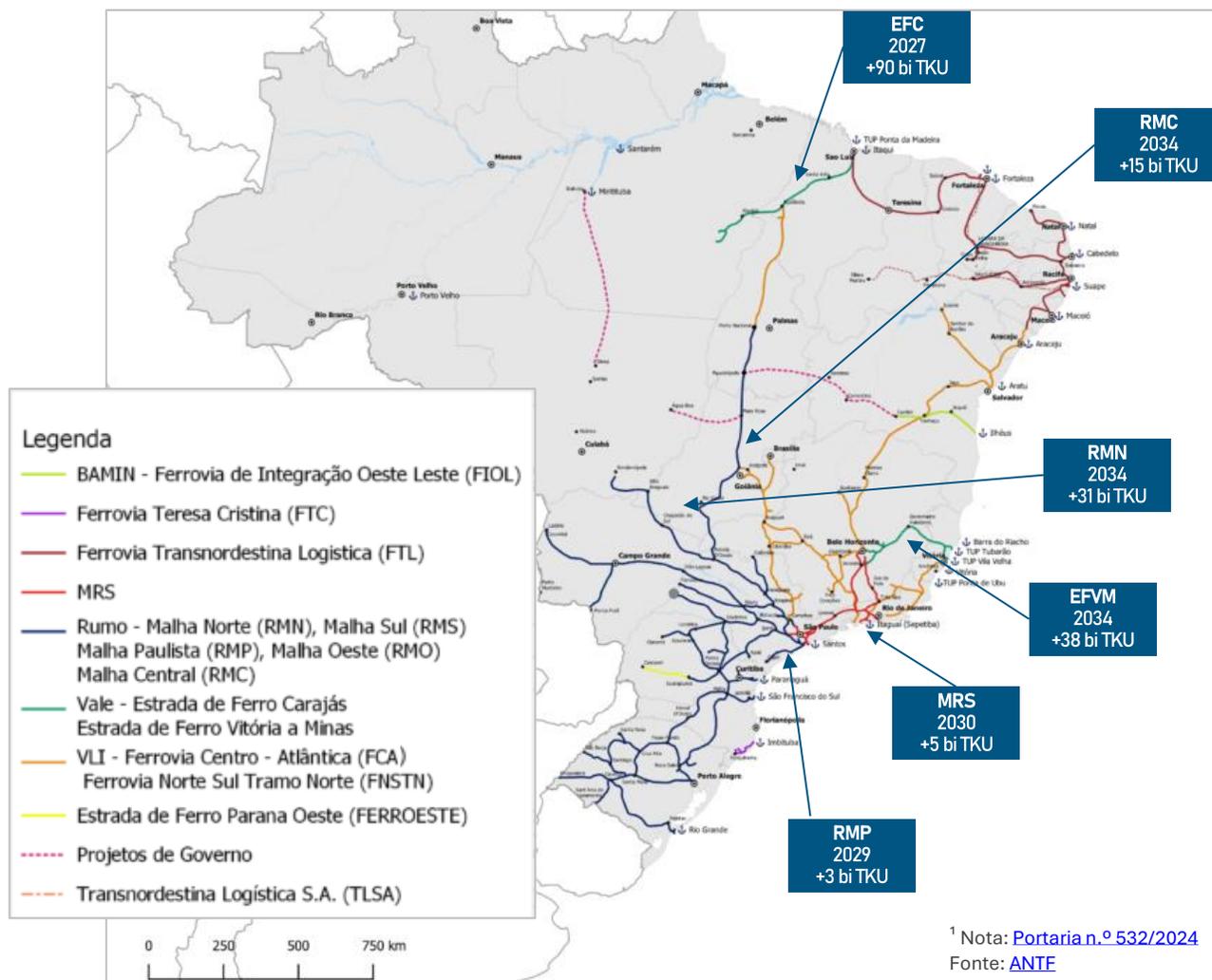
Demanda energética do transporte rodoviário de cargas brasileiro

Demanda energética do transporte rodoviário de cargas brasileiro (%)



Transporte ferroviário de cargas: expansão da malha existente

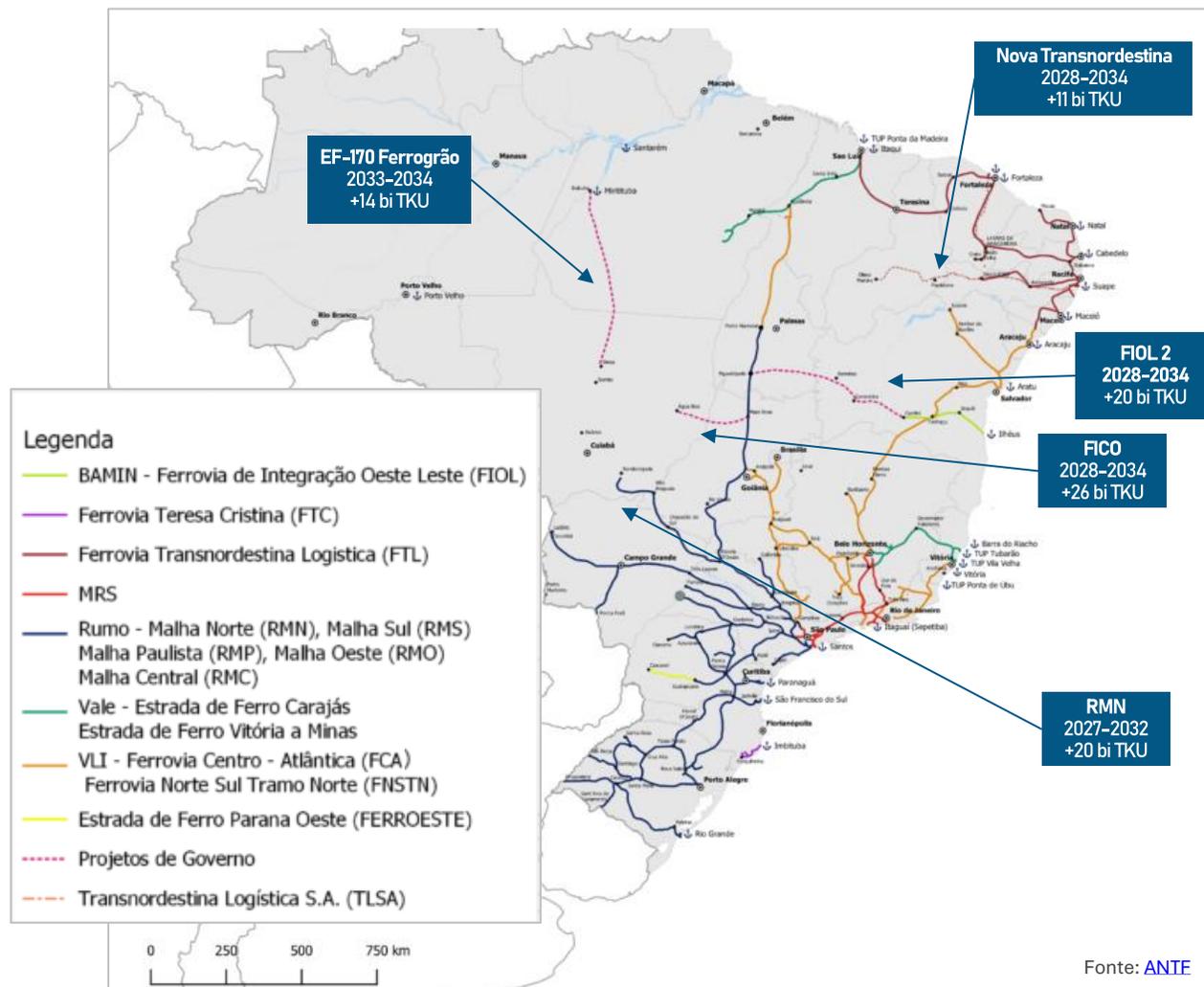
Principais expansões na malha ferroviária de carga – PDE 2034



- Conclusão de obras na Ferrovia Norte-Sul (FNS) e avanços na Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL – trecho Ilhéus/BA – Barreiras/BA).
- Renovações antecipadas das concessões da Estrada de Ferro Carajás (EFC), Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM), Ferrovia Centro-Atlântica (FCA), MRS Logística – Malha Sudeste, e Rumo Malha Oeste (RMO) permitem um aumento da capacidade de ramais existentes, e possibilitam investimentos em novos ramais.
- Duplicação da EFC e a construção do primeiro tramo da FIOL, junto com a recuperação da EFVM, ambas sob concessão da Vale, aumentam o transporte de minério por ferrovias.
- Investimentos na Rumo Malha Paulista (RMP), RMC, MRS, e no tramo norte da FNS (VLI) permitem o aumento do escoamento de grãos por ferrovias.
- A regulamentação¹ para prorrogação antecipada dos contratos de concessão de ferrovias no Brasil pode possibilitar melhor racionalização da malha para transporte de cargas.

Transporte ferroviário de cargas: investimentos em novas ferrovias (até 2034)

Avanços em novos projetos ferroviários de cargas – PDE 2034



- Expansão de 22% da malha ferroviária útil no período decenal, de 30,9 mil km em 2023 para 37,6 mil km em 2034.
- Avanços na Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL – trecho Ilhéus/BA – Barreiras/BA); FICO (Mara Rosa/GO – Lucas do Rio Verde/MT); Nova Transnordestina (Ceará-Pernambuco) e Ferrogrão (Sinop/MT ao Porto de Mirituba/PA)
- Expansão da produção agrícola no Mato Grosso e na região do Matopiba poderá viabilizar projetos ferroviários com o intuito de escoar a crescente produção dessas regiões.
- Ampliações de instalações portuárias em sintonia com expansão das malhas e escoamento das safras (Transnordestina – Porto de Pecém/CE; Ferrogrão – Porto de Mirituba/PA);
- Investimentos cruzados devido às renovações antecipadas das malhas atuais também ajudam a viabilizar projetos.
- Extensão da Rumo Malha Norte de Rondonópolis (MT) para Campo Verde (MT), e posteriormente para Lucas do Rio Verde (MT) (Autorização Estadual).

Transporte ferroviário de cargas: novas ferrovias (autorizações)

- O modelo previsto no Marco Legal das Ferrovias permite à iniciativa privada projetar, construir e operar, com recursos próprios, empreendimentos ferroviários no País¹.
- Apesar do expressivo número de projetos, ainda se verifica um tímido avanço nos empreendimentos².
- Até 2034, serão adicionados à malha nacional mais 501 km, a partir de projetos oriundos dos Contratos de Adesão celebrados.

¹ Nota: A [Lei nº 14.273/2022](#), regulamentada pelo [Decreto nº 11.245/2022](#), instituiu novo regime regulatório de autorização voltado à exploração indireta do serviço de transporte ferroviário federal, mediante outorga em regime de direito privado, a ser formalizado por meio de contrato de adesão junto à ANTT (antes, somente havia outorgas por concessão). A ANTT prosseguirá com as avaliações dos processos requeridos, abrangendo, inclusive, aqueles realizados no âmbito do Programa de Autorizações Ferroviárias (Pro Trilhos) criado por meio da [Medida Provisória nº 1.065/2021](#), cuja vigência expirou na data de 06 de fevereiro de 2022.

² Nota: Em 2023, existiam 45 contratos de adesão vigentes, de 24 autorizatárias, com potencial de ampliação de 13,4 mil km à malha existente. Para o Ciclo do PDE 2034 foram selecionados projetos que apresentaram evolução nos projetos e licenciamentos e, por conseguinte, maior possibilidade de efetivação dentro do período decenal em análise. Fonte: [ANTT](#).

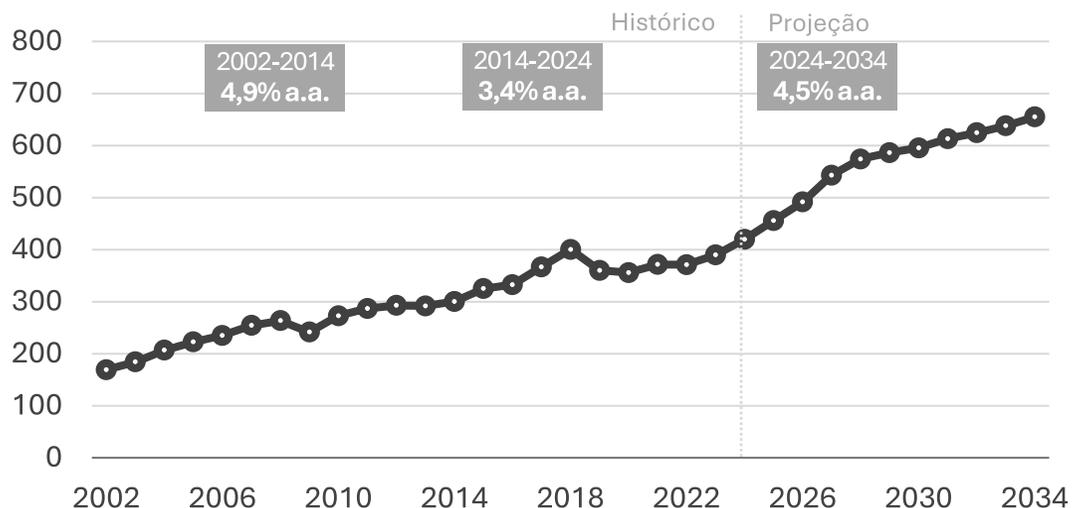
Autorizações ferroviárias de carga (contratos de adesão) – PDE 2034



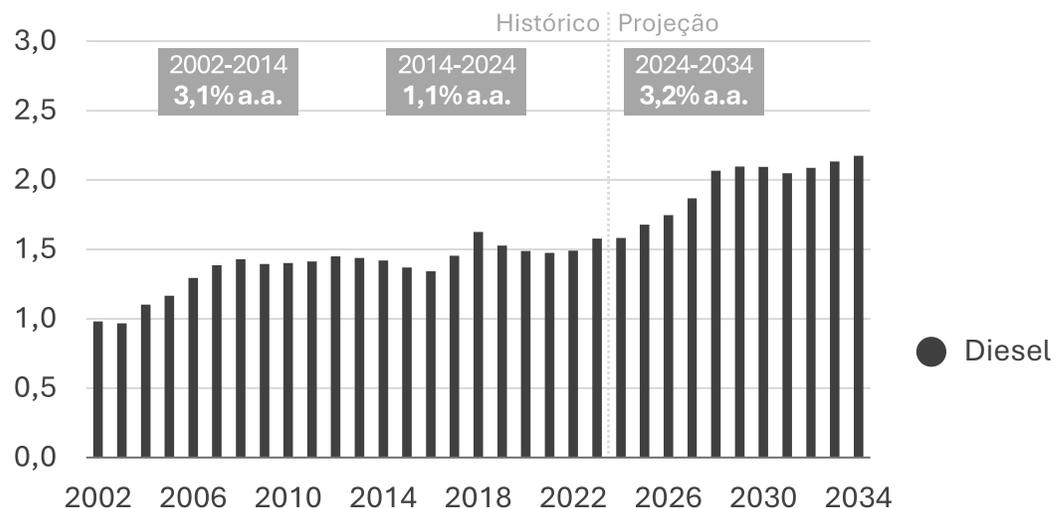
Fonte: [ANTT](#).

Transporte ferroviário de cargas: atividade e demanda energética

Atividade do transporte ferroviário de cargas brasileiro (bilhão tku)



Demanda energética do transporte ferroviário de cargas brasileiro (bilhão lge)



- A entrada em operação da FNS e da FIOI I e II aumenta a atividade do transporte ferroviário de cargas no curto prazo;
- Projetos da FICO (EF-354), Nova Transnordestina (EF-232) e Ferrogrão (EF-170) representam os maiores impactos no fim do período decenal;
- O aumento do transporte de minério e de grãos, ambos com alta densidade, limita os ganhos de eficiência energética advindos de melhorias nas vias e locomotivas. Reduzida interoperabilidade e ausência de unificação da bitola dos trilhos também dificulta a integração da malha;
- Apesar das tecnologias de locomotivas no Brasil serem predominantemente Diesel-elétrica, há alternativas tecnológicas que permitirão maior eficiência e/ou redução das emissões.
- Perspectiva de aumento da eficiência energética da frota de locomotivas e crescente adição de biodiesel à mistura. A hibridização da frota (elétrico- diesel) mantém-se ainda comedida no horizonte decenal em análise.

Transporte aquaviário de cargas: rotas de descarbonização

Soluções de descarbonização para o transporte aquaviário e redução de emissões GEE

MEDIDAS OPERACIONAIS

- Trim e lastro otimizados
- Limpeza de casco e hélice
- Melhor manutenção do motor
- Roteamento meteorológico

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

- Redução da velocidade
- Lubrificação a ar
- Uso de velas (rotativas)
- Recuperação de calor residual

COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS

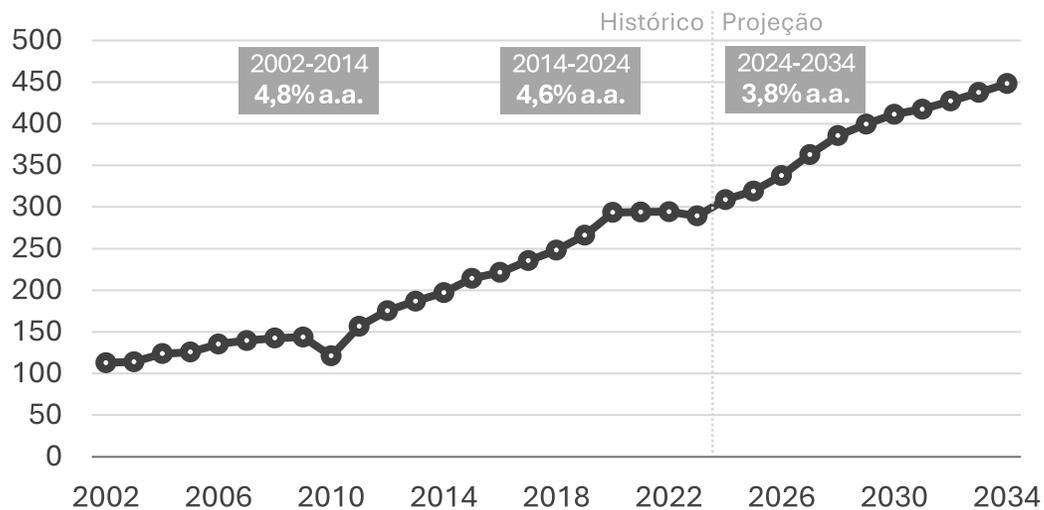
- GNL
- GLP
- Biodiesel
- HVO
- Metanol
- Amônia
- Hidrogênio
- Bateria-híbrido

NOVAS TECNOLOGIAS

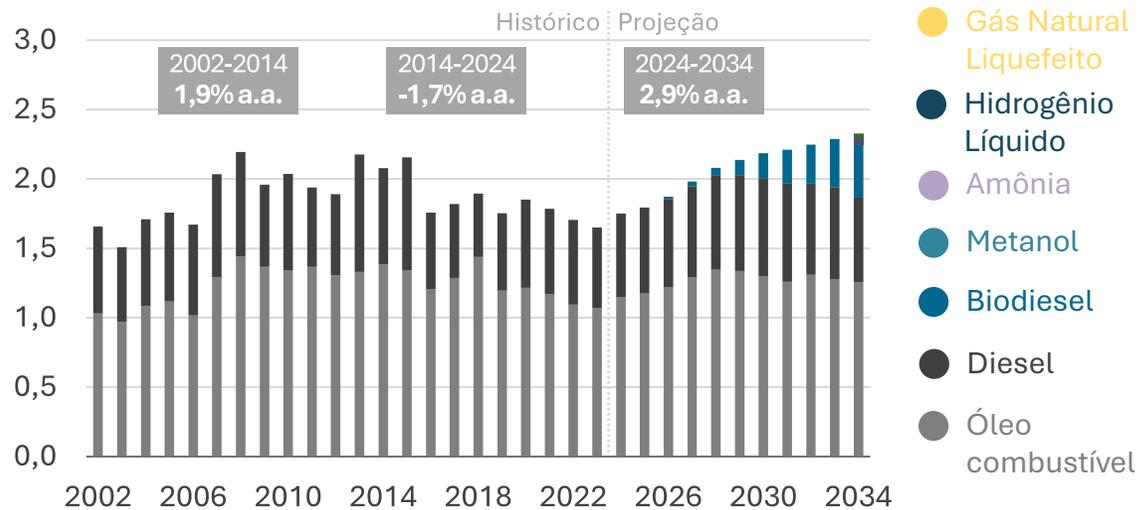
- Dual fuel
- CCS
- Célula a combustível
- SMR

Transporte aquaviário de cargas: atividade e demanda energética

Atividade do transporte aquaviário de cargas brasileiro (bilhão tku)



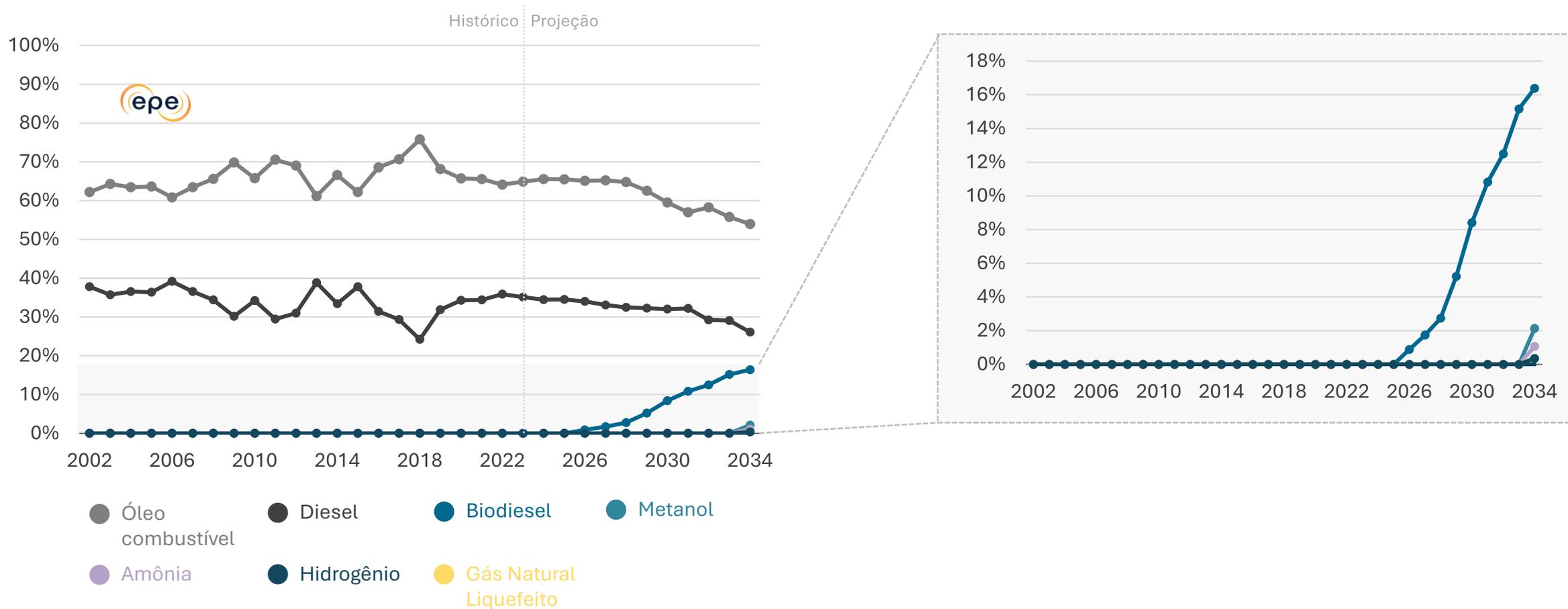
Demanda energética do transporte aquaviário de cargas brasileiro (bilhão lge)



- A atividade do transporte aquaviário (navegação de longo curso, cabotagem e interior) mantém sua curva ascendente, favorecida principalmente, pelo aumento do escoamento de produtos agrícolas, petróleo e minério de ferro. Observa-se a relevância da infraestrutura logística que compõe o Arco Norte (acima do Paralelo 16ºS) para a exportação de produtos como a soja e o milho, bem como a importância dos portos localizados no eixo Sul-Sudeste, na movimentação de todo o tipo de cargas. Medidas de derrocamento em algumas hidrovias, como a Paraná-Tietê, são fundamentais para garantir a segurança e a navegabilidade no transporte aquaviário.
- O atendimento às regulamentações da IMO (Organização Marítima Internacional) para a descarbonização do setor marítimo, implicará na adoção de combustíveis de baixo carbono no abastecimento das embarcações. A demanda de *bunker* será complementada com misturas de biodiesel (BX), que contribuirão para redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Ademais, a penetração de combustíveis alternativos, tais como o metanol, amônia, hidrogênio e GNL, incorporará o perfil de demanda energética do transporte aquaviário, no caminho da transição energética.

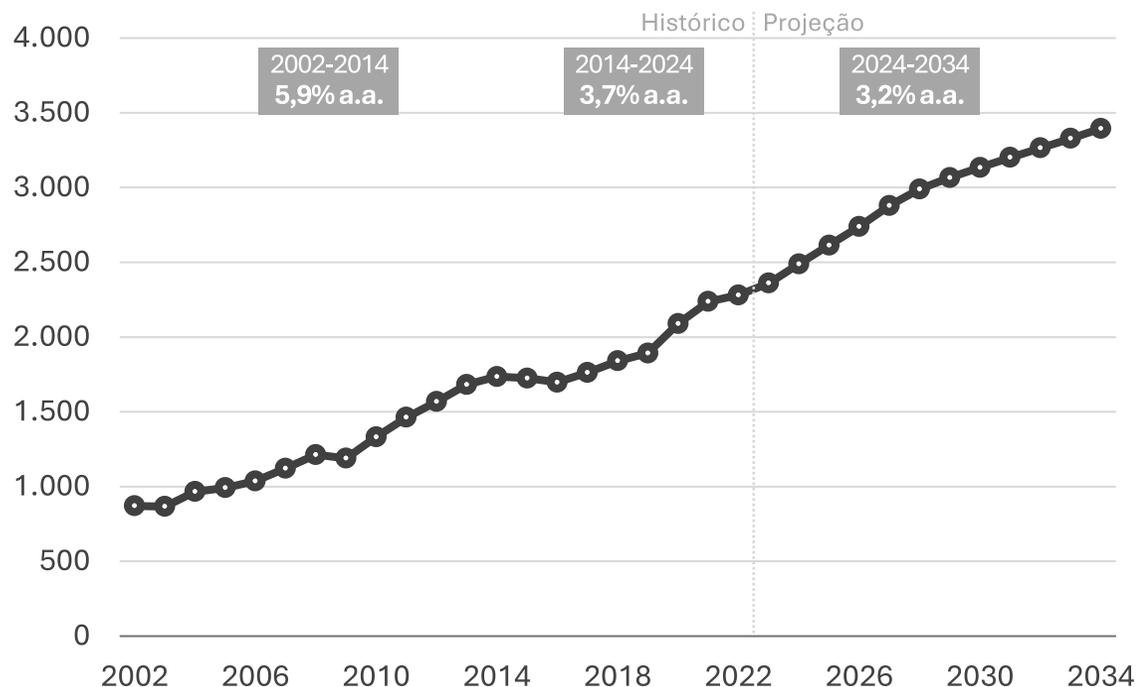
Demanda energética do transporte aquaviário de cargas brasileiro

Demanda energética do transporte aquaviário de cargas brasileiro (%)



Consolidação do transporte de cargas: atividade

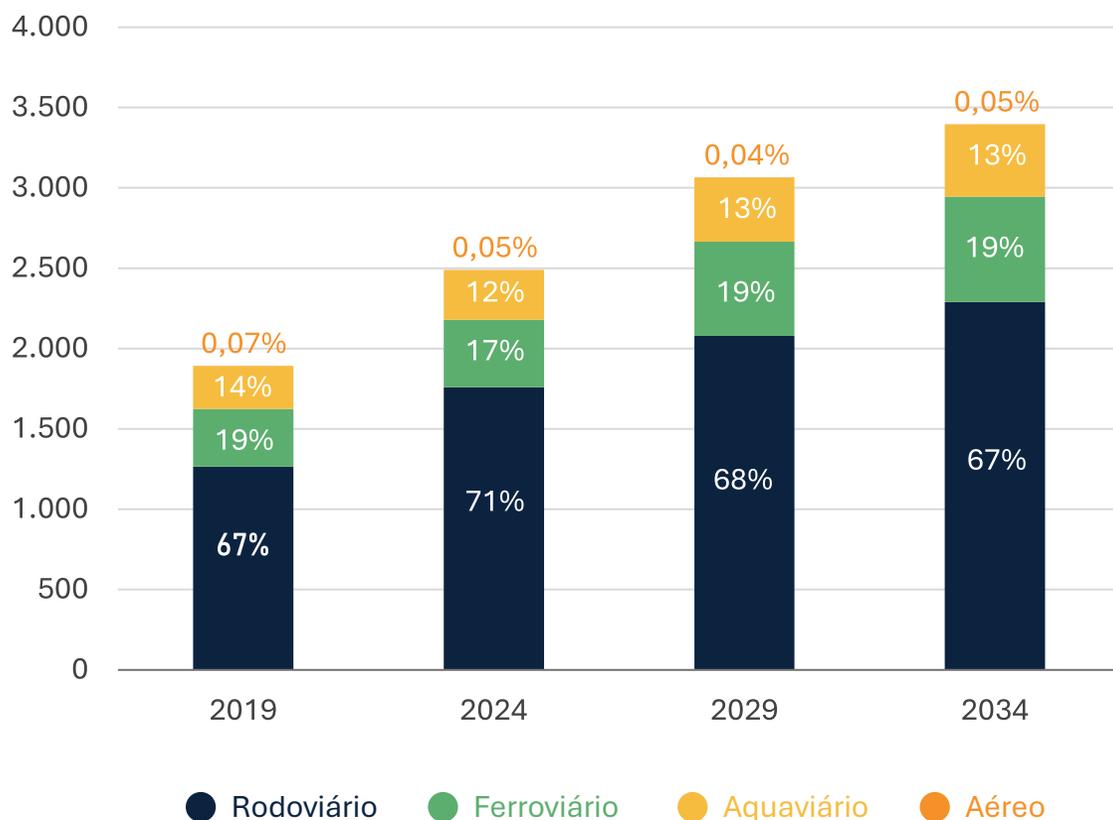
Atividade total do transporte de cargas brasileiro
(bilhão tku)



- A atividade total do transporte de cargas deverá crescer 3,2% a.a. entre 2024 e 2034.
- Esse crescimento é fundamental para o escoamento da produção brasileira, oriunda principalmente do agronegócio.
- A recuperação do PIB *per capita* estimulará o desempenho de setores como varejo e construção civil, demandantes intensivos por transporte de cargas.
- Mesmo após o retorno das atividades presenciais, a pandemia auxiliou na disseminação do comércio eletrônico, que aumenta a demanda por transportes diretamente até as residências (*last mile delivery*). Esse serviço é efetuado principalmente por comerciais leves e caminhões de menor capacidade de carga.

Consolidação do transporte de cargas: atividade por modo

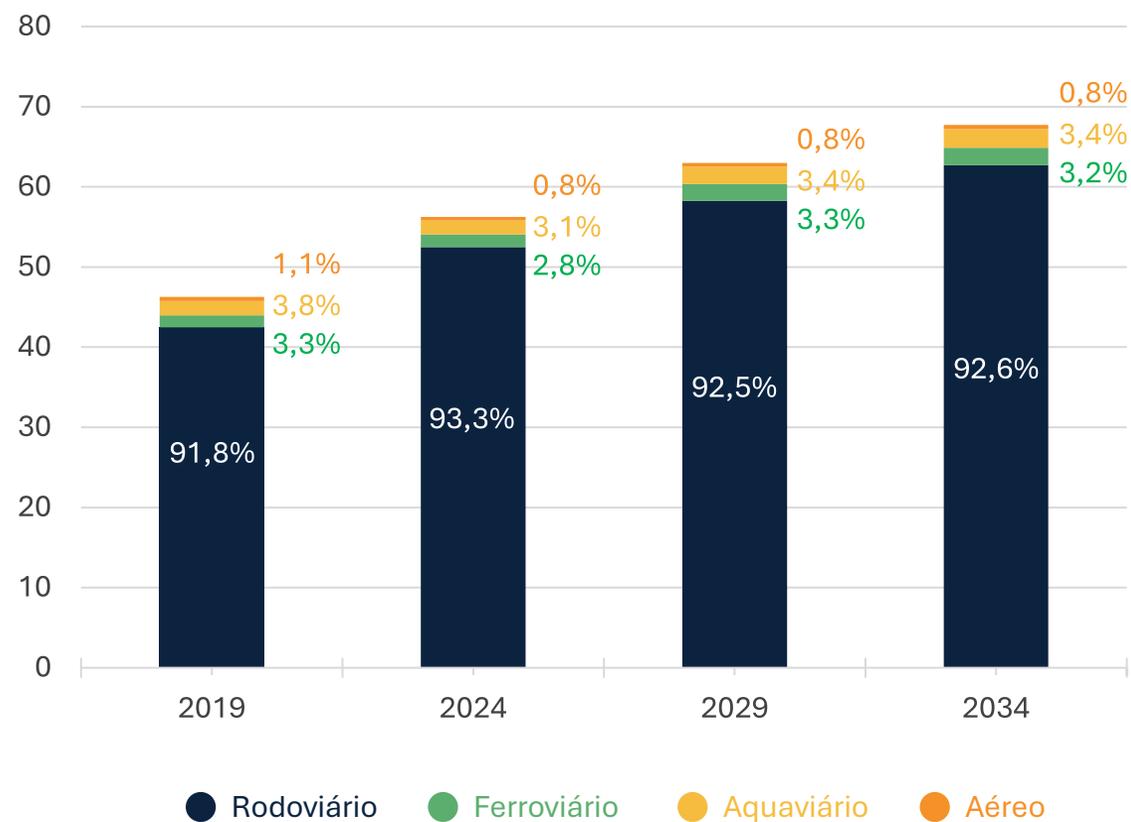
Atividade total do transporte de cargas brasileiro por modo
(bilhão tku, %)



- Os modos ferroviário e fluvial permitem maior escoamento de safra do interior do Brasil, em especial nas fronteiras agrícolas do Centro-Oeste e do Matopiba. No entanto, o aumento de produção pode ser maior do que o crescimento de capacidade de escoamento desses modos menos energointensivos (MAPA);
- Há elevação do uso do modo aquaviário, em especial pelo aumento da cabotagem de graneis líquidos, como petróleo e seus derivados, e da crescente containerização. Porém, a maior parte do comércio de industrializados entre estados deverá continuar sendo efetuado pelo modo rodoviário;
- Apesar da projeção de taxa de crescimento mais elevada para os modos ferroviário (4,5% a.a.) e aquaviário (3,8% a.a.), o transporte rodoviário deverá seguir dominante no perfil do transporte brasileiro de cargas.

Consolidação do transporte de cargas: demanda energética por modo

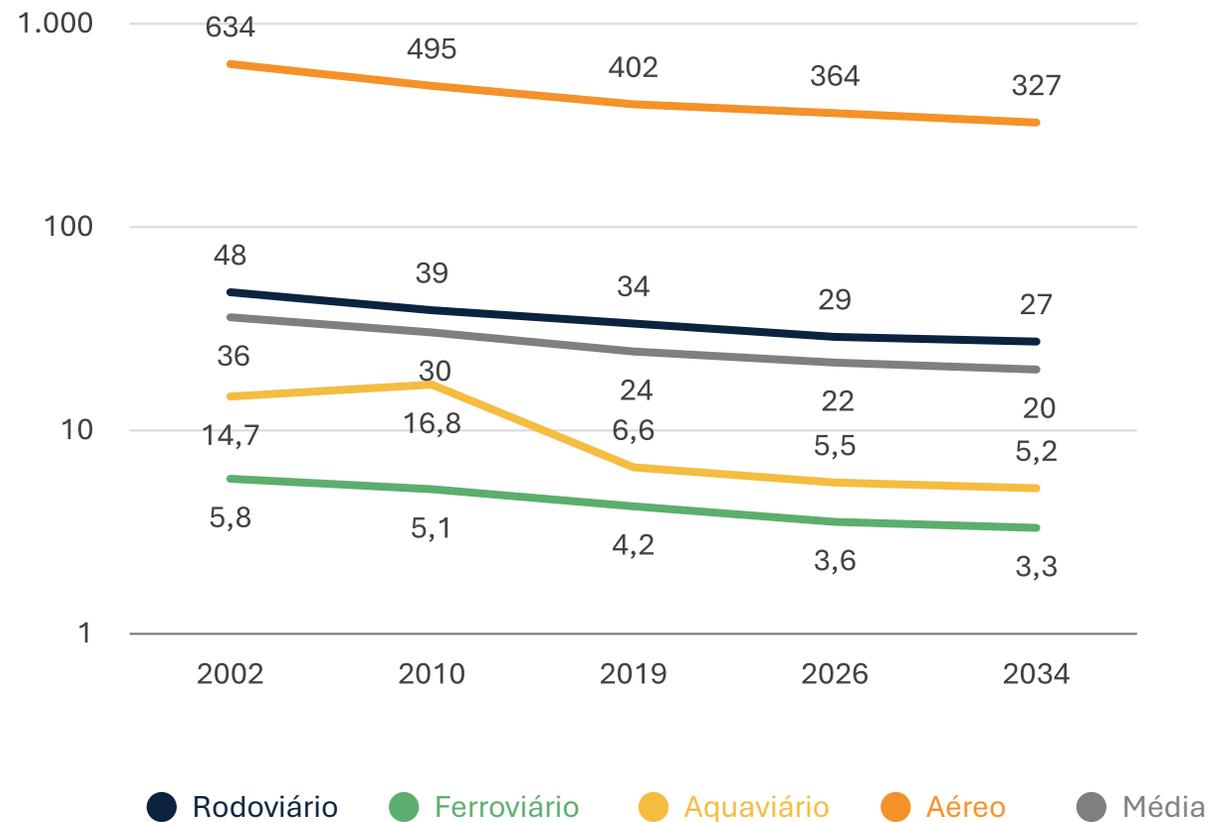
Demanda energética do transporte de cargas brasileiro por modo (bilhão lge, %)



- Entre 2024 e 2034, a demanda energética do transporte de cargas crescerá, em média, 1,9% a.a.
- A diferença em relação à taxa de crescimento da atividade (3,2% a.a.) é explicada, em grande medida, pela expansão do modo ferroviário, que conta com um consumo (por tonelada transportada) cerca de dez vezes menor que o modo rodoviário.
- Além da eficiência de novos caminhões, a entrada de novos empreendimentos ferroviários e portuários pode estimular a eficiência sistêmica e reduzir a elasticidade energia-atividade comparativamente ao ano de 2024.
- Apesar desses investimentos, o transporte rodoviário manterá a sua elevada representatividade na demanda energética do setor de transportes de cargas nos próximos dez anos.

Consolidação do transporte de cargas: intensidade energética

Intensidade energética do transporte de cargas brasileiro por modo (lge/mil tku)

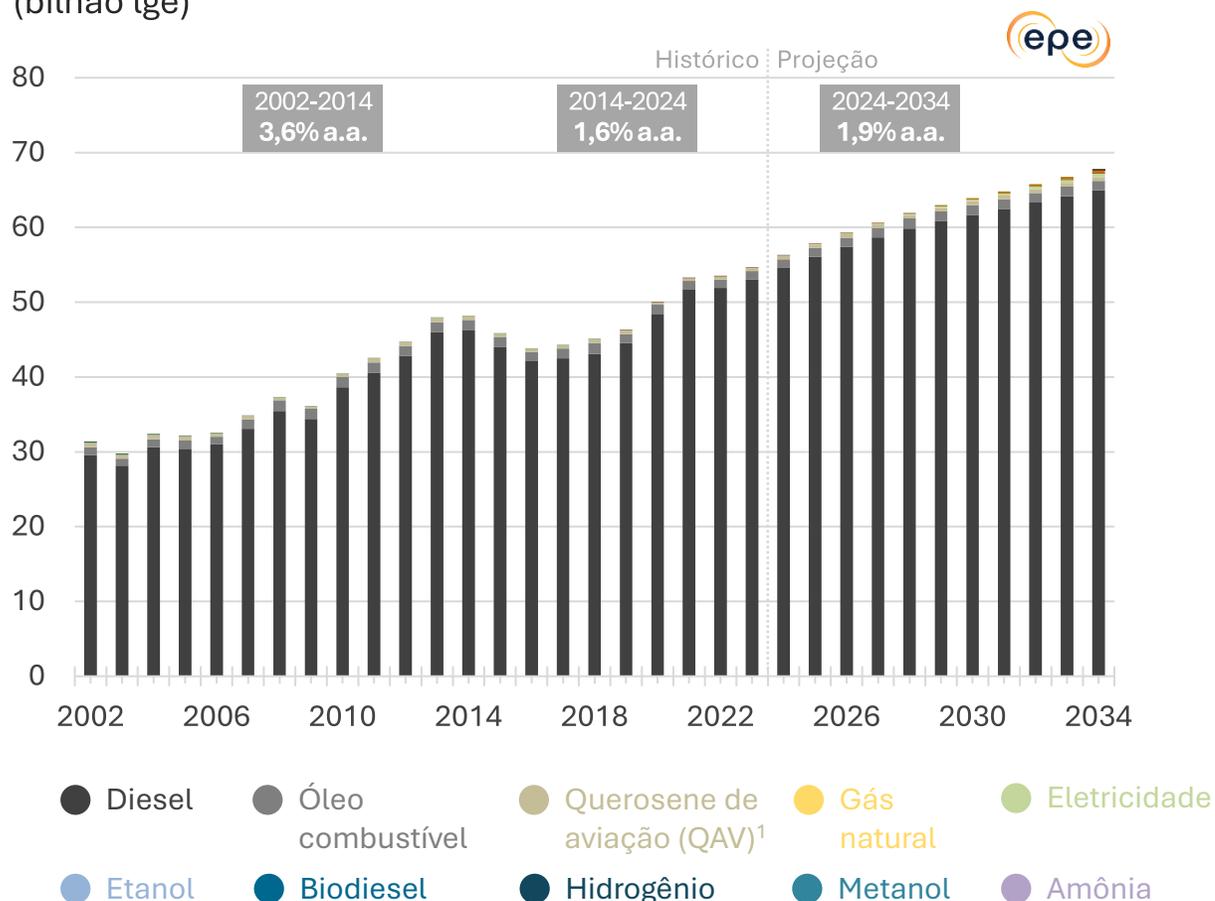


- O aumento da diversidade de cargas transportadas por ferrovias, atualmente dominada pelo minério de ferro (65% do total de TKU por movimentação ferroviária)¹, deverá reduzir a intensidade energética desse modo. Por outro lado, o incremento do uso de ferrovias impactará de forma positiva a intensidade energética média brasileira.
- Investimentos para restringir a intensidade de carbono do setor de aviação deverão reduzir a intensidade energética do modo (IATA).
- A intensidade energética de caminhões deverá seguir em declínio, por conta, especialmente, de:
 - Ganhos de eficiência energética em caminhões novos, como melhorias em motores, aerodinâmica, materiais, inovações e tecnologias;
 - Maior participação de caminhões pesados na frota; e
 - Melhorias na infraestrutura rodoviária.

¹Nota: Referente aos meses de janeiro à abril de 2024 (Fonte: [Painel CNT do Transporte – Ferroviário](#)).

Consolidação do transporte de cargas: demanda energética por combustível

Demanda energética do transporte de cargas brasileiro por combustível
(bilhão lge)

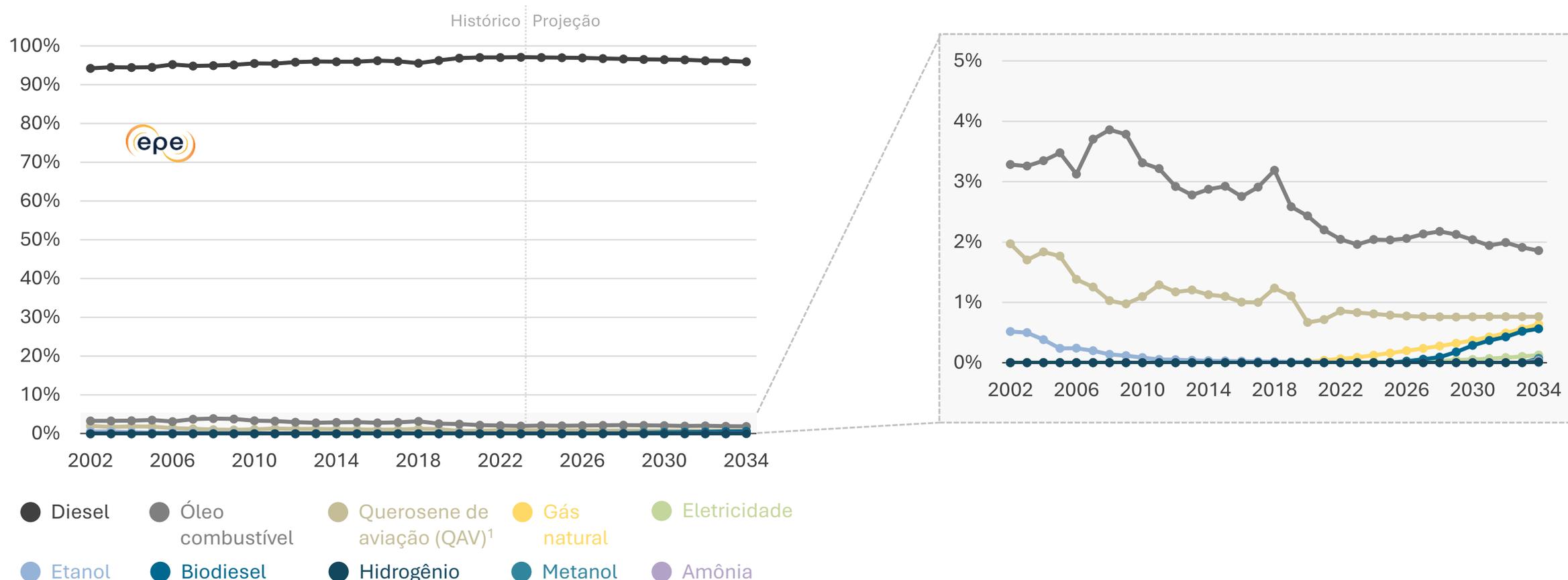


- A demanda energética do transporte de cargas continuará associada ao uso intensivo do óleo diesel, uma vez que não há perspectiva de expressiva substituição por fontes energéticas alternativas.
- A demanda por óleo diesel deverá seguir em trajetória ascendente no transporte de cargas, dada a expectativa de crescimento da atividade econômica e da maior dificuldade em descarbonizar esse setor.

Nota: (1) Inclui QAV de origem fóssil e combustíveis sustentáveis de aviação (SAF).

Demanda energética do transporte de cargas brasileiro por combustível

Demanda energética do transporte de cargas brasileiro por combustível (%)



Nota: (1) Inclui QAV de origem fóssil e combustíveis sustentáveis de aviação (SAF).

PDE 2034

Transporte de passageiros

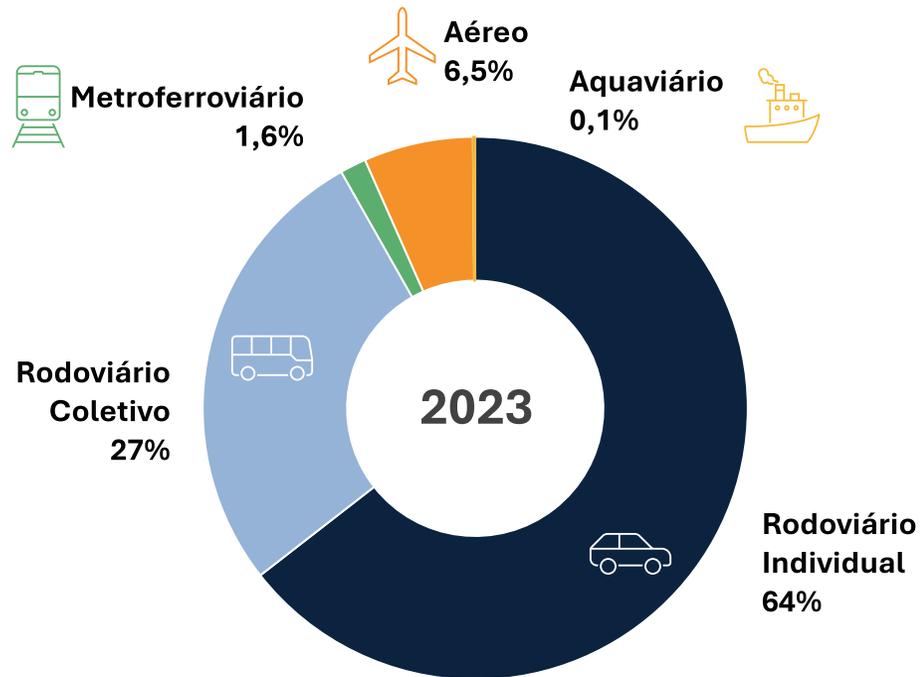


MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

Distribuição modal do transporte de passageiros brasileiro

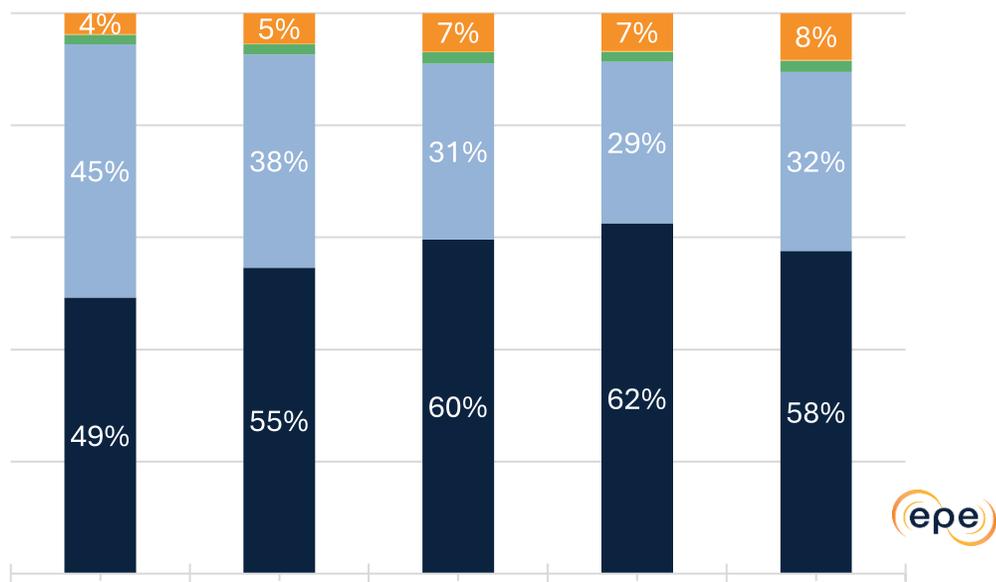
Atividade do transporte de passageiros brasileiro por modo(%)



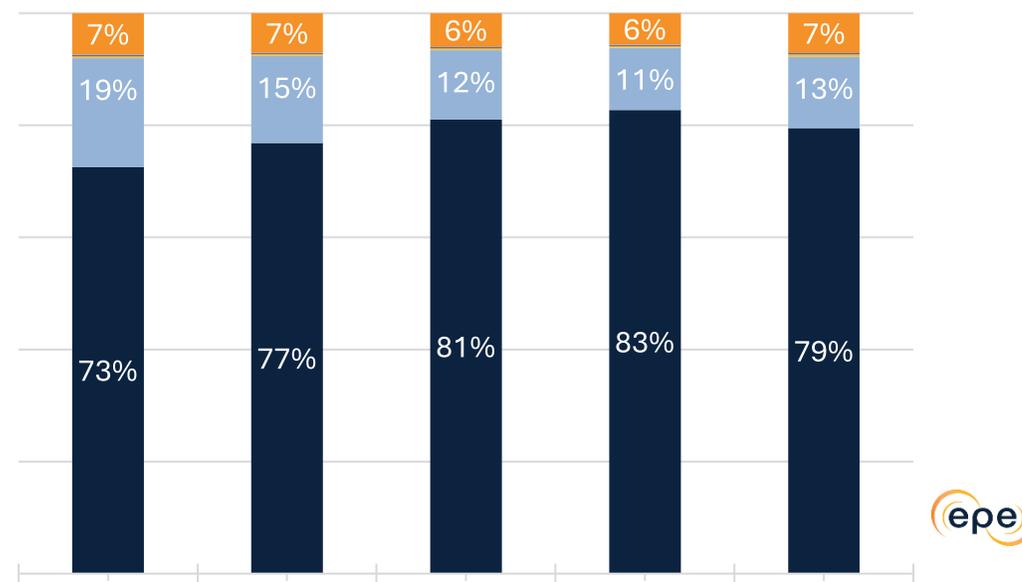
- Uma parcela significativa do deslocamento de pessoas no Brasil é realizada por meio do transporte rodoviário individual.
- A importância do transporte individual cresceu de forma acelerada, especialmente, no começo do século XXI. A estabilização monetária, o crescimento do PIB e da renda permitiram um aumento nas vendas de automóveis e motos, reduzindo a demanda por transporte coletivo.
- O teletrabalho se instalou e se consolidou, pós-pandemia, particularmente nas metrópoles do Rio de Janeiro e São Paulo, reduzindo a demanda por serviços de transporte público. Para o restante do Brasil, o uso do transporte rodoviário coletivo se recuperou, mas ainda a níveis distantes de recordes anteriores. Isso faz com que transporte rodoviário coletivo seja responsável por 27% da mobilidade realizada por meio de transporte motorizados em 2023, frente a 31% em 2019, e 44% em 2000.
- A participação do transporte rodoviário individual aumentou de 53% em 2019, para 79% em 2020 e decaiu para 64% em 2023.

Transporte rodoviário é predominante no deslocamento de passageiros no Brasil

Atividade do transporte brasileiro de passageiros por modo (pkm, %)



Consumo energético do transporte brasileiro de passageiros por modo (lge, %)



● Rodoviário individual

● Rodoviário coletivo

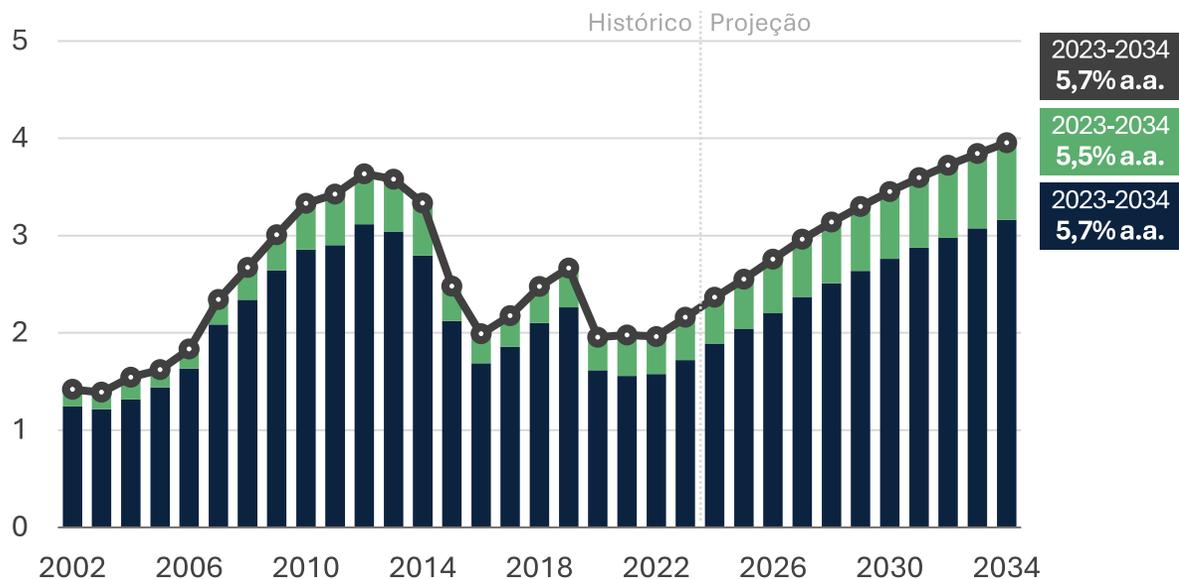
● Metroferroviário

● Aquaviário

● Aéreo

Transporte rodoviário individual: retomada das vendas de veículos novos

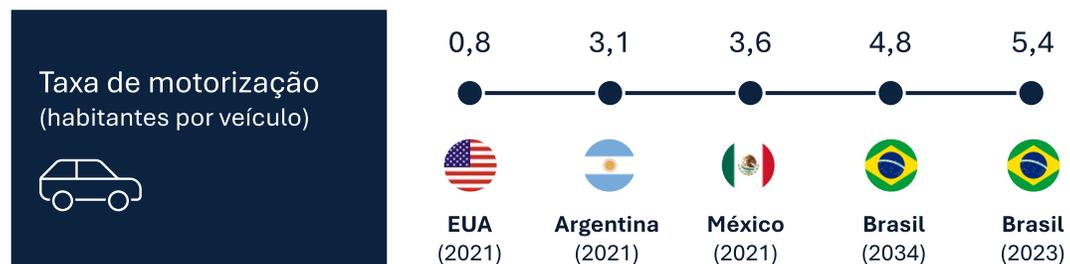
Licenciamento total de automóveis e comerciais leves novos no Brasil
(milhão de veículos)



Fonte: [Anfavea](#) (histórico).

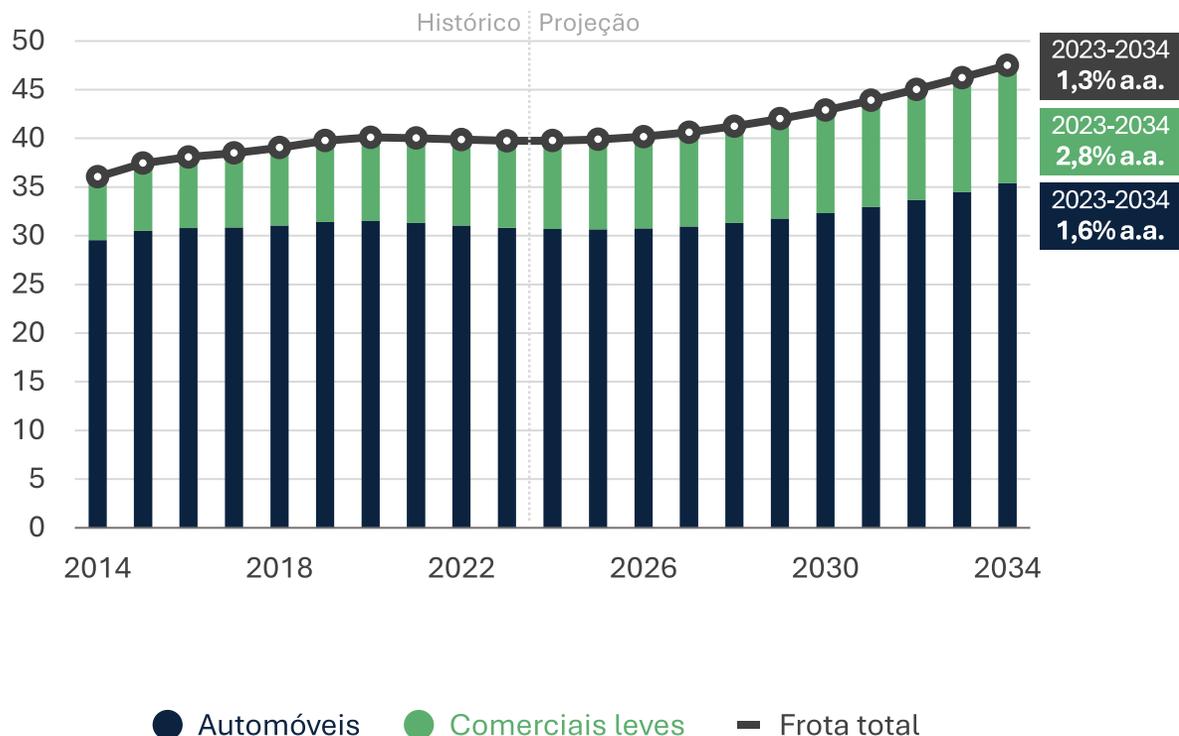
● Automóveis ● Comerciais leves — Licenciamento total

- Embora o Brasil seja um país com renda *per capita* média, uma parcela significativa dos deslocamentos da população é realizada por transporte individual, com destaque para os automóveis.
- Projeta-se uma recuperação das vendas de novos automóveis e comerciais leves devido ao aumento do PIB *per capita*, à maior distribuição de renda e à melhoria das condições de crédito.
- Esses fatores devem permitir novamente a disseminação da propriedade de veículos por camadas da população menos afortunadas.
- Apesar da retomada das vendas de novos veículos, a taxa de motorização brasileira em 2034 ainda estará distante dos valores atuais de países desenvolvidos e de vizinhos da América



Transporte rodoviário individual: frota circulante de automóveis e comerciais leves

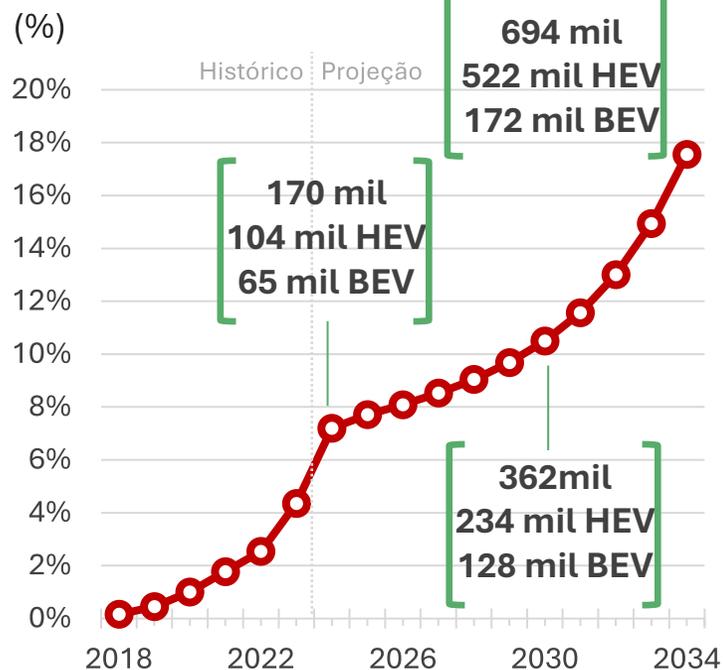
Frota circulante de automóveis e comerciais leves no Brasil
(milhão de veículos)



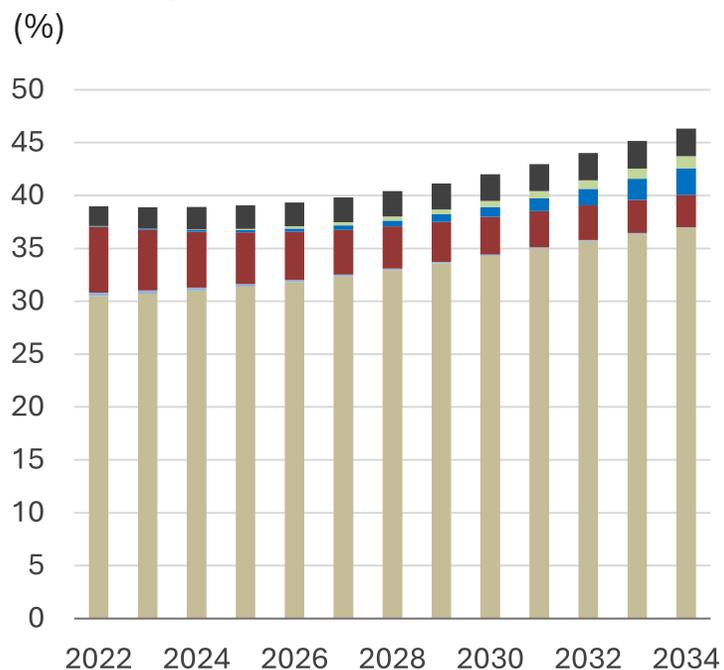
- Apesar de crescente, o atual licenciamento de veículos novos é suficiente apenas para compensar o sucateamento da frota, de tal maneira que a frota circulante estabiliza-se em um primeiro momento.
- Especialmente a partir da segunda metade da década de 2020, a maior renda *per capita* da população permite um aumento das vendas em patamar significativamente superior ao sucateamento, promovendo o crescimento mais significativo da frota circulante.
- A participação de veículos utilitários esportivos (SUVs) e comerciais leves deverá aumentar (de 16,4% em 2023 para 19,1% em 2034).

Transporte rodoviário individual: flex fuel seguirá predominante

Licenciamento total de veículos leves novos elétricos e híbridos (%)



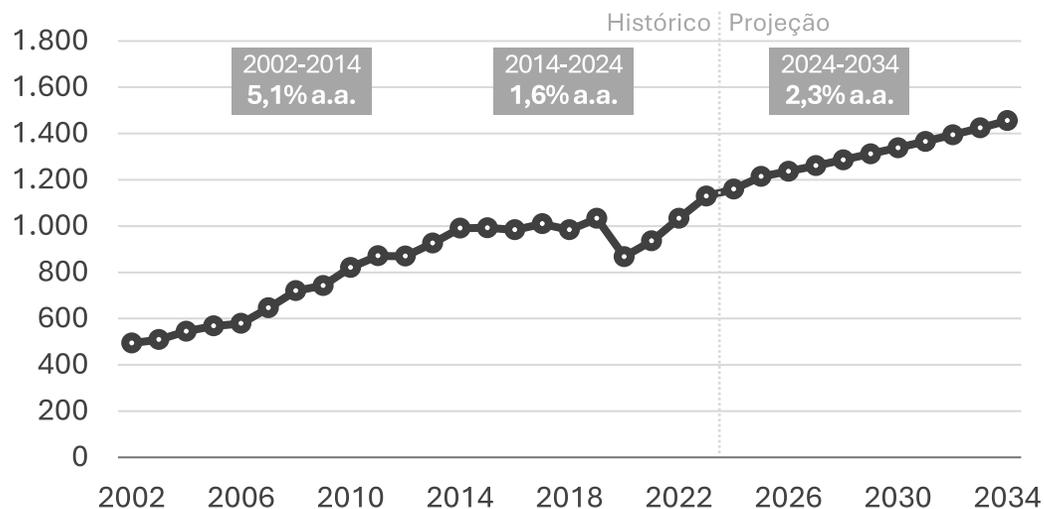
Frota circulante de veículos leves por motorização (%)



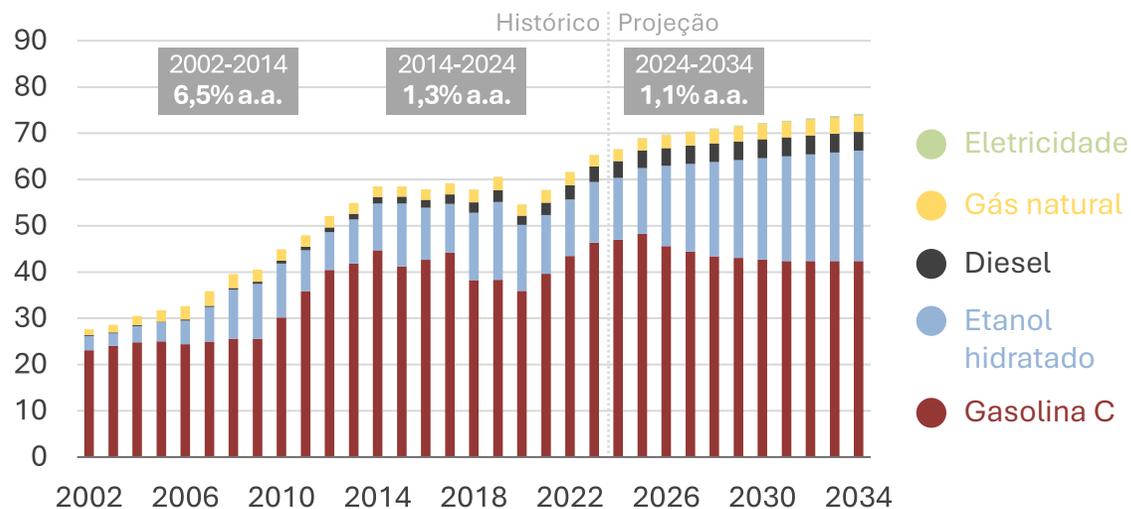
- A eletrificação de veículos tem ganhado relevância no Brasil, sendo estimulada por incentivos estaduais e municipais, como a isenção de rodízio de veículos, e redução tributária.
- No entanto, a ampla adoção dessa tecnologia esbarra em entraves, como altos preços, inexistência de indústria doméstica de baterias e componentes, e infraestrutura de recarga incipiente.
- Dessa forma, a extensa disponibilidade de combustíveis renováveis no Brasil favorece mais a hibridização (HEV) do que o elétrico a bateria (BEV).
- A frota de automóveis e comerciais leves híbridos e elétricos a bateria deverá ultrapassar 1 milhão de unidades no Brasil antes de 2030.

Transporte rodoviário individual: atividade e demanda energética

Atividade do transporte rodoviário individual de passageiros
(bilhão pkm)



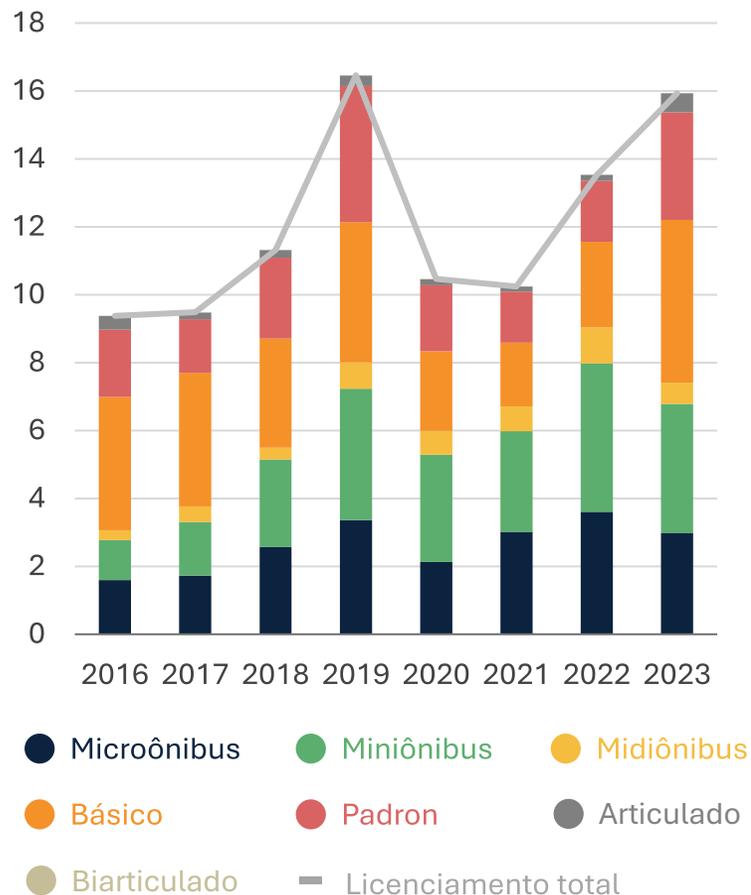
Demanda energética do transporte rodoviário individual de passageiros
(bilhão lge)



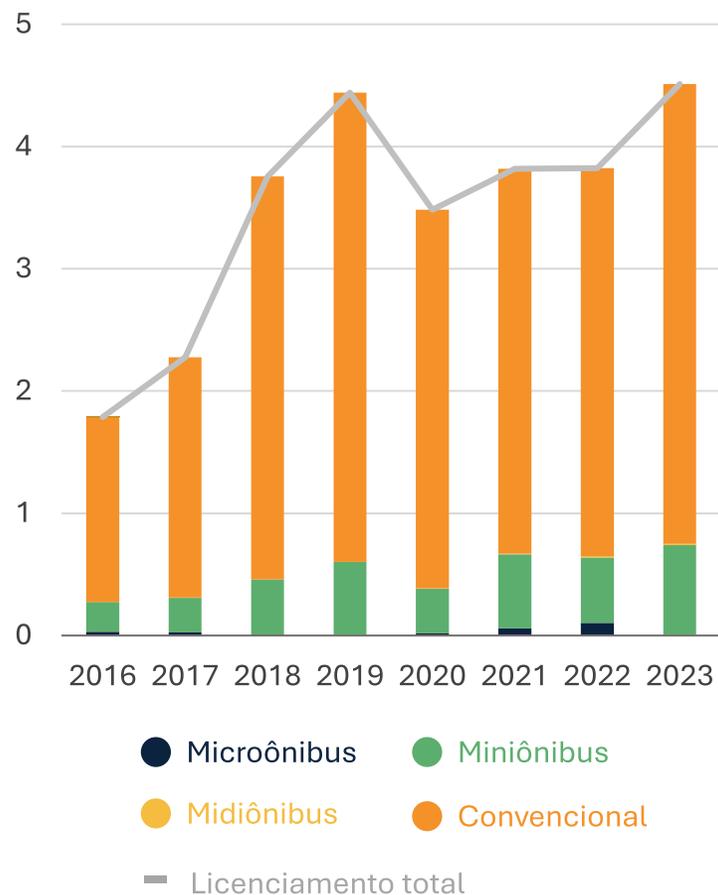
- A demanda pela atividade exercida por automóveis individuais crescerá em taxa de 2,3% a.a. de 2024 a 2034.
- A eficiência de veículos individuais novos limita o crescimento da demanda energética. O Programa Nacional de Mobilidade Verde e Inovação (MOVER), a fase L8 do Proconve, além do sucateamento da frota antiga estimulam ganhos de eficiência.

Transporte rodoviário coletivo: licenciamento

Licenciamento de ônibus urbanos novos
(mil veículos) Fonte: [Anfavea](#).



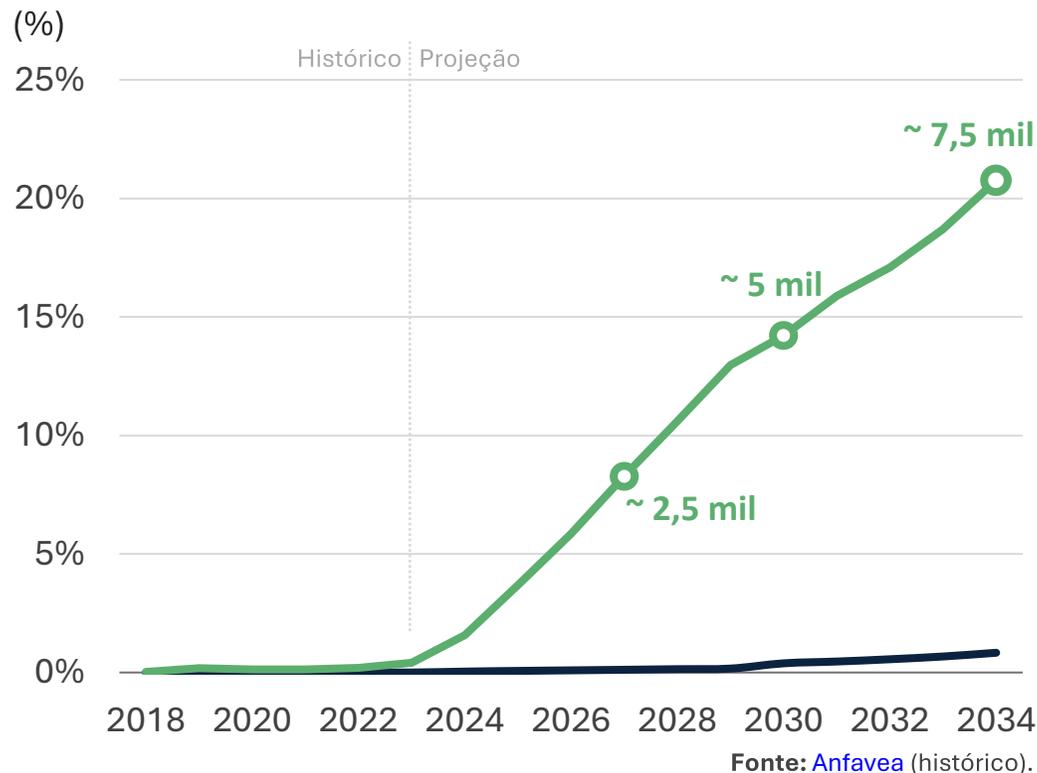
Licenciamento de ônibus rodoviários e intermunicipais novos (mil veículos)



- Após retomada do crescimento das vendas de ônibus em 2022, o setor manteve o mesmo desempenho, aumentando o número de licenciamentos, mas ainda com um resultado inferior ao observado em 2019.
- Destaca-se o crescimento das vendas de ônibus urbanos do tipo Padron e Básico. Esperam-se aumentos de licenciamento para esses dois tipos, visando a renovação da frota.
- As vendas de ônibus rodoviários e intermunicipais manteve o mesmo desempenho dos últimos anos.

Transporte rodoviário coletivo: avanço da eletrificação

Licenciamento total de ônibus novos elétricos e híbridos



● Híbrido (HEV)

● Elétrico a bateria (BEV)

- 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\$ 10,6 bilhões até 2028 em renovação da frota para 7 estados e 61 municípios, sendo R\$ 7,3 bilhões para a aquisição de cerca de 2.300 ônibus elétricos.

Em operação



Licitado



Novo PAC

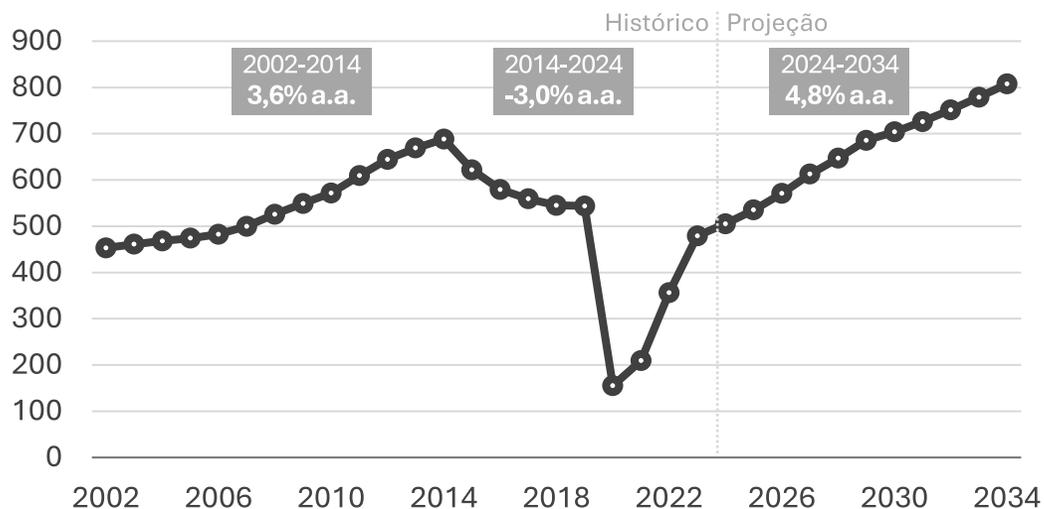


Fonte: ITDP.

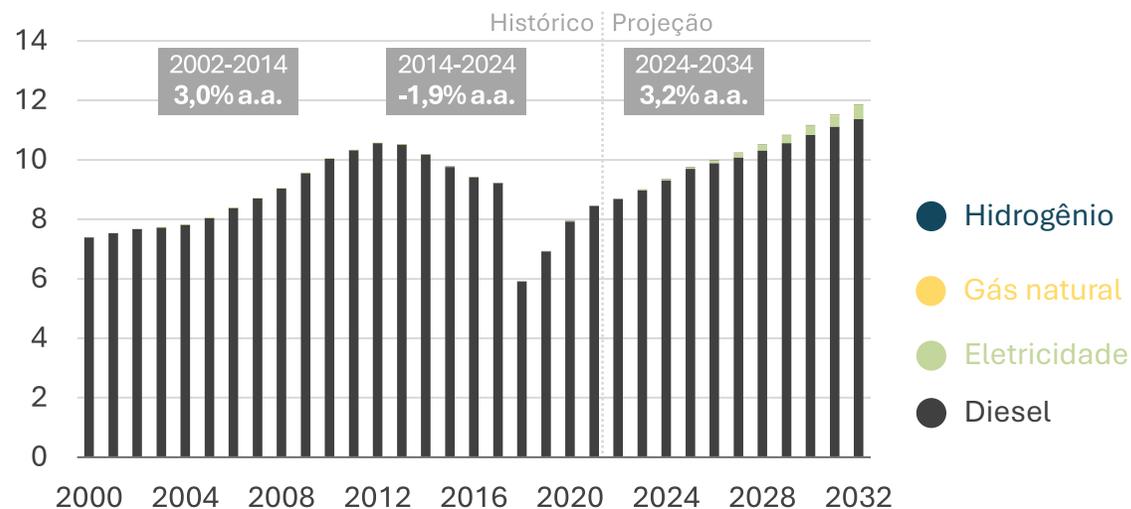
- A eletrificação deve atingir 9% de uma frota de mais de 530 mil unidades em 2034, especialmente na categoria Padron.
- O alto preço de aquisição dos ônibus elétricos tem sido remediado via novos modelos de negócios ([C40](#)), mas a eletrificação ainda apresenta barreiras, especialmente relacionadas à infraestrutura de carregamento. Espera-se que os ônibus híbridos liderem as participações para aplicações não urbanas e para cidades menores.

Transporte rodoviário coletivo: atividade e demanda energética

Atividade do transporte rodoviário coletivo de passageiros
(bilhão pkm)



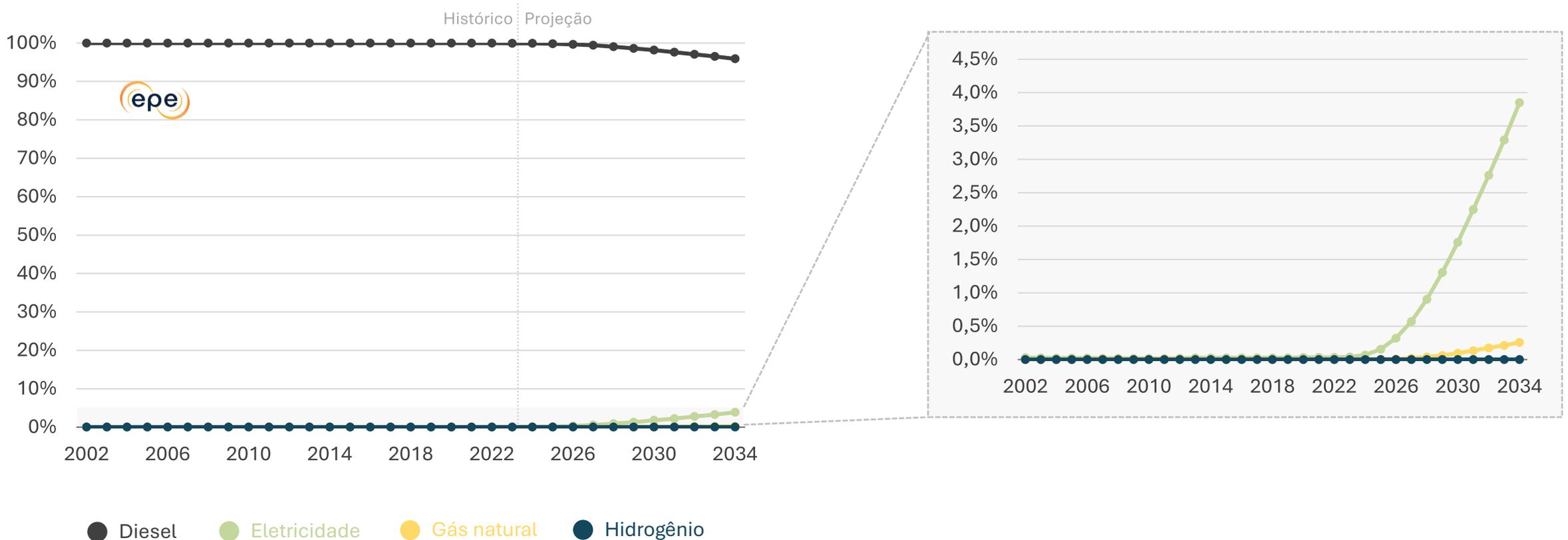
Demanda energética do transporte rodoviário coletivo de passageiros
(bilhão lge)



- O transporte rodoviário coletivo foi severamente afetado pela pandemia, tendo se recuperado gradualmente nos últimos anos ([NTU](#)). Os níveis de atividade pré-pandemia deverão ser alcançados em 2026.
- A eletrificação avançou especialmente em ônibus urbanos, mas o óleo diesel segue sendo o principal energético consumido no transporte rodoviário coletivo de passageiros. Ônibus rodoviários respondem pela parcela de gás natural, se aproveitando da infraestrutura de abastecimento projetada para caminhões nas estradas. Novos projetos de corredores de ônibus e BRT estimulam a maior utilização do modo pela população em geral.

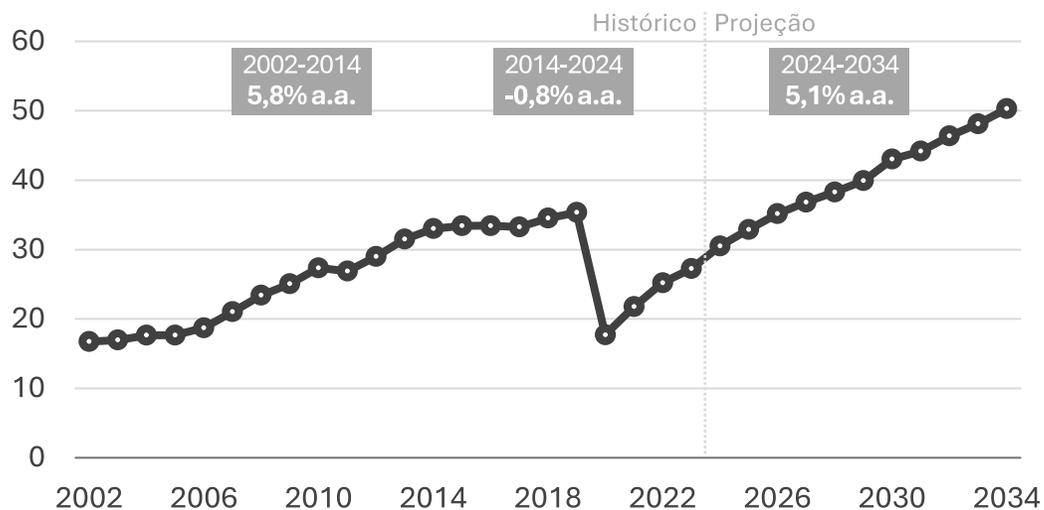
Demanda energética do transporte rodoviário coletivo de passageiros brasileiro

Demanda energética do transporte rodoviário coletivo de passageiros (%)

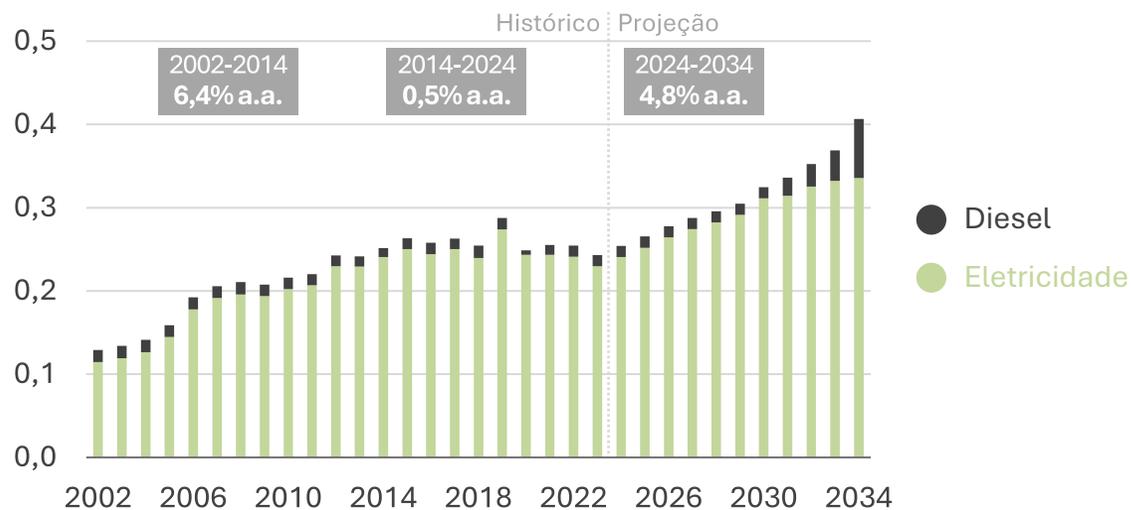


Transporte metroferroviário de passageiros: atividade e demanda energética

Atividade do transporte metroferroviário de passageiros no Brasil (bilhão pkm)



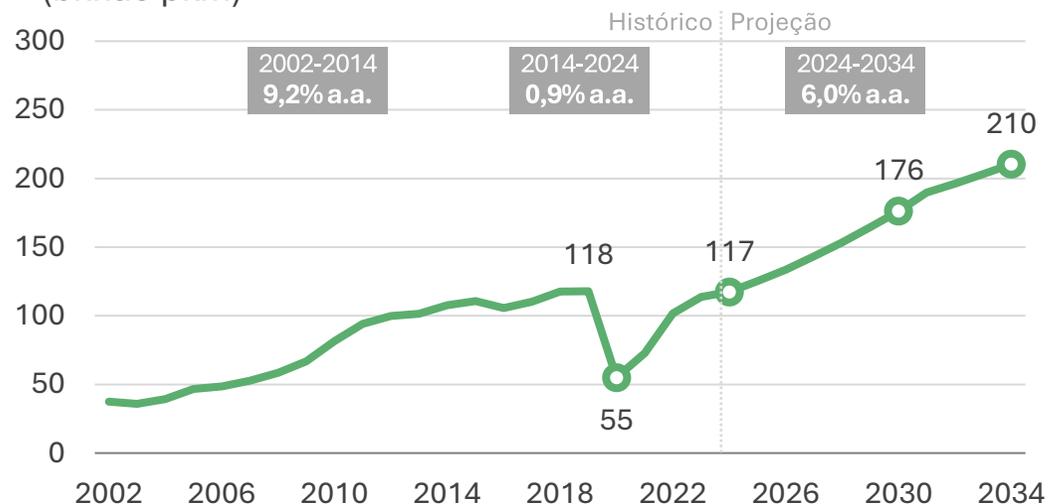
Demanda energética do transporte metroferroviário de passageiros (bilhão lge)



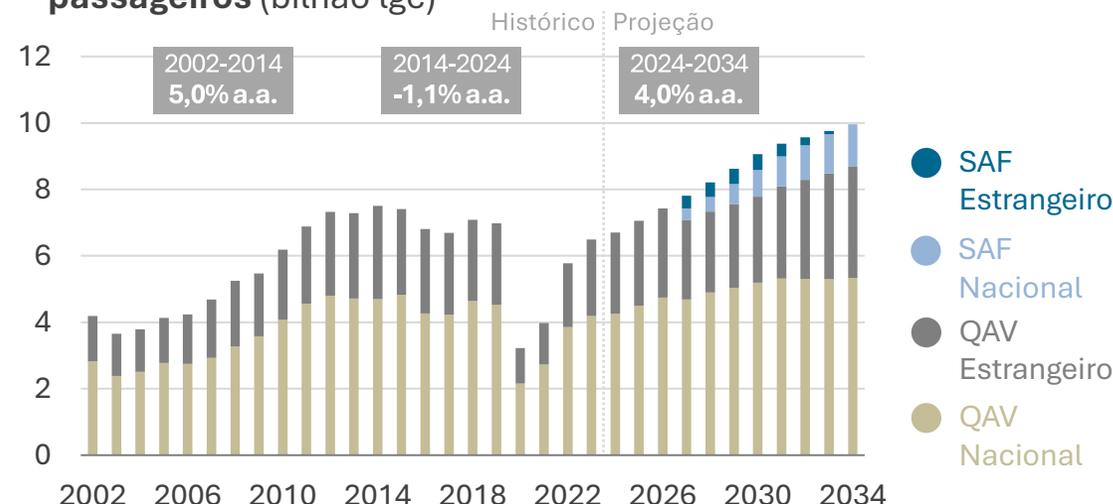
- A variação na intensidade de uso em 2023 corrobora mudanças duradouras no comportamento da mobilidade sobre trilhos para além dos efeitos da pandemia, como no exemplo da adoção ao trabalho remoto. Os níveis pré-pandemia estão previstos para serem retomados apenas em 2027.
- O estado de São Paulo, que já tem o uso mais intensivo do modo no Brasil, receberá os maiores acréscimos de extensão da rede no período, incluindo a retomada de trens regionais através dos projetos de Trem Intercidades (TICs). Novas linhas também são previstas em mais seis estados.
- O volume de passageiros e a demanda energética apresentaram dinâmicas distintas na retomada pós-pandemia. A limitação de capacidade não variou drasticamente o consumo de energia por existir uma oferta contínua mínima de trens. Investimentos em infraestrutura durante a emergência sanitária com melhorias na eficiência energética e a integração de fontes de energia renovável refletiram em estabilidade da intensidade energética nos anos posteriores.

Transporte aéreo de passageiros: atividade e demanda energética

Atividade do transporte aéreo de passageiros (bilhão pkms)



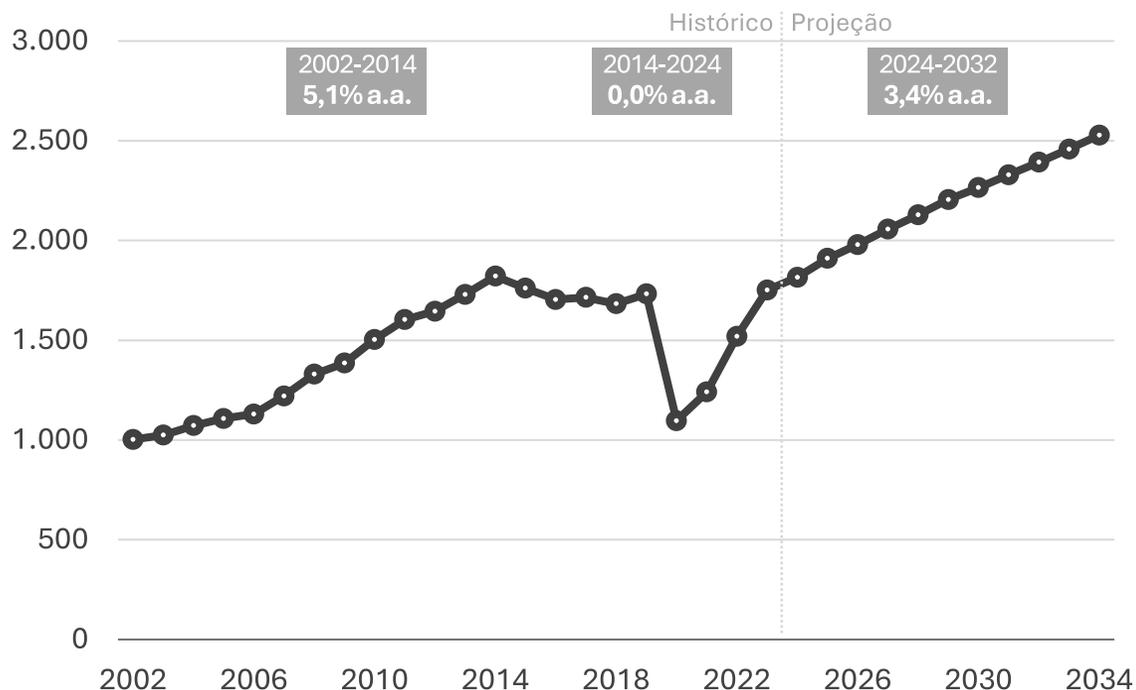
Demanda energética do transporte aéreo de passageiros (bilhão lge)



- O aumento do PIB per capita incentiva a retomada das taxas de crescimento históricas do setor aéreo.
- A gradual modernização da frota, com a entrada de aeronaves mais eficientes, aumenta a eficiência do modo. Tecnologias de propulsão disruptivas, como aeronaves híbridas, elétricas ou a hidrogênio devem se consolidar depois do período decenal. As aeronaves terão predominantemente tecnologia de propulsão convencional e serão movidas a QAV fóssil e SAF. Especialmente o SAF, sob influência de compromissos de descarbonização do setor de aviação civil como o ProBioQAV para voos domésticos e CORSIA para voos internacionais.

Consolidação do transporte de passageiros: atividade

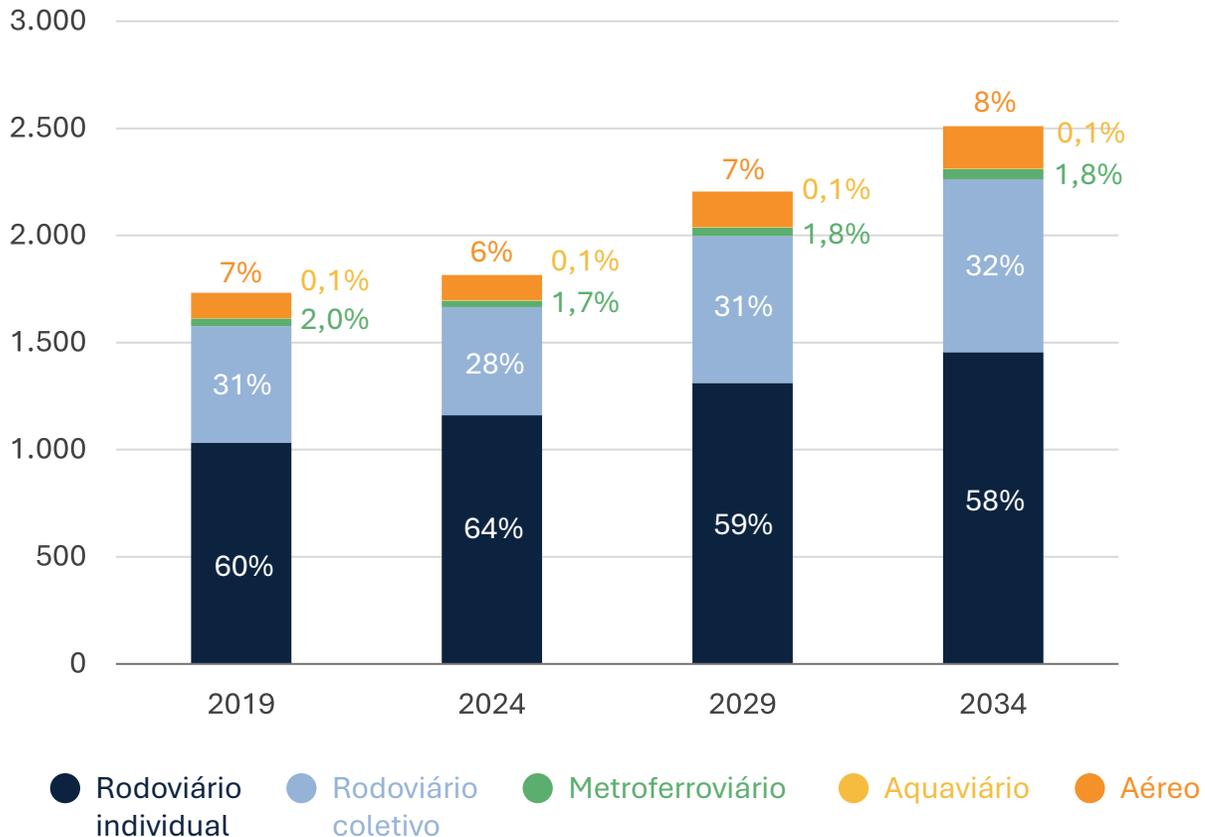
Atividade total do transporte de passageiros brasileiro
(bilhão pkm)



- O aumento da renda *per capita* e a redução da taxa de desemprego influenciam na recuperação da demanda por transporte de passageiros.
- Projeta-se que a elasticidade-renda da demanda por serviços de transporte de passageiros é de aproximadamente 1,24. Ou seja, a atividade do setor cresce 3,4% a.a. entre 2024 e 2034, enquanto o PIB cresce 2,7% a.a. no mesmo período.
- O crescimento populacional é um dos principais fatores de incremento da atividade. Por outro lado, o envelhecimento da população brasileira tende a reduzir a demanda por transporte, especialmente entre os aposentados. Estudos preliminares dirigidos pelo IBGE, indicam um contingente da população que realiza o trabalho remoto e teletrabalho em domicílio (IBGE), o que também pode contribuir para uma menor demanda de transporte.
- Destaca-se o aspecto da conectividade, que contribui para a mobilidade na medida em que facilita o acesso ao transporte, inclusive individual, mesmo para quem não tem a propriedade dos meios de transporte. Isso tende a aumentar a locomoção de pessoas, inclusive dos detentores de menor renda e de maior idade.

Consolidação do transporte de passageiros: atividade por modo

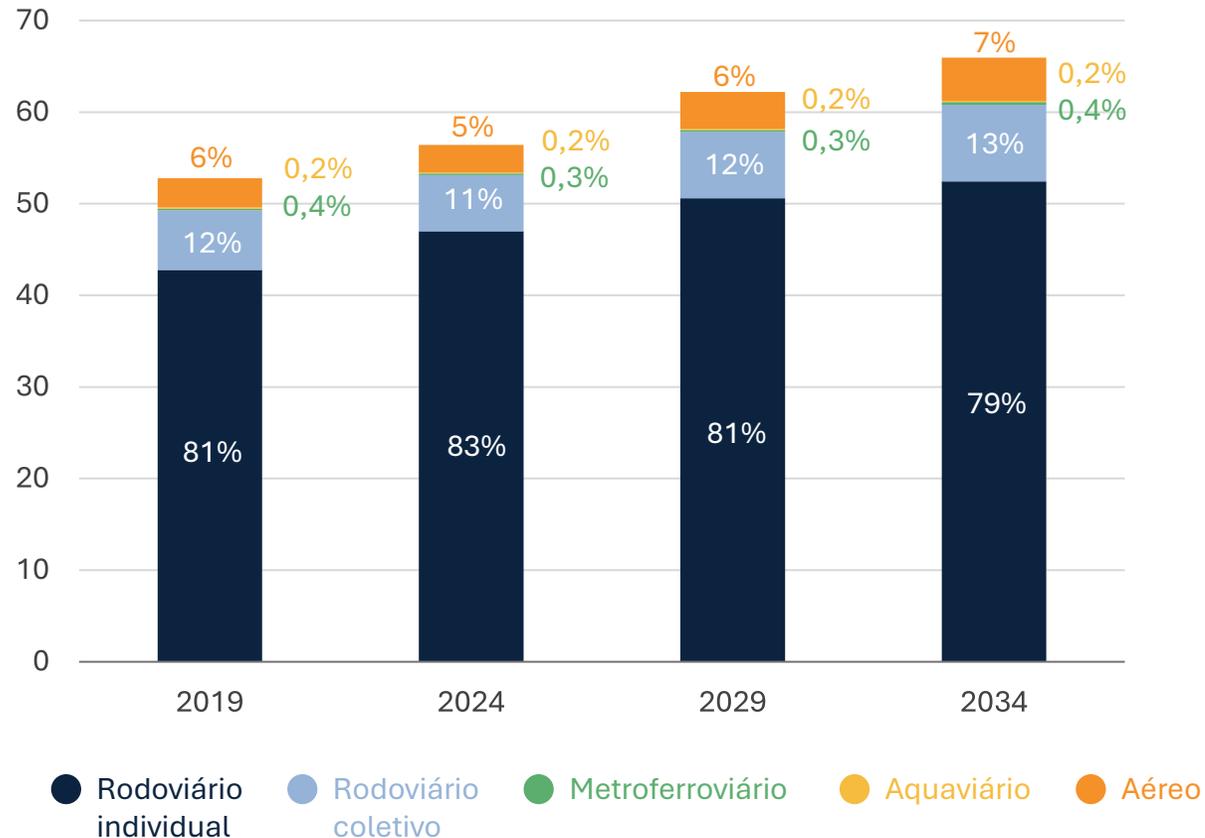
Atividade total do transporte de passageiros brasileiro por modo
(bilhão pkm, %)



- A demanda por serviços de transporte de passageiros se expande na medida em que a economia brasileira cresce. Esse movimento se acentua na segunda metade da década de 2020, quando um maior PIB *per capita* reforça a necessidade de maior mobilidade da população.
- Apesar de investimentos na expansão da malha metroferroviária, a demanda por mobilidade continuará sendo atendida pelo transporte rodoviário na maior parte dos municípios brasileiros.
- A implementação de corredores rápidos de ônibus e a priorização do transporte coletivo em vias preferenciais, conforme Planos de Mobilidade Urbana, aumentam a importância do uso do transporte rodoviário coletivo.

Consolidação do transporte de passageiros: demanda energética por modo

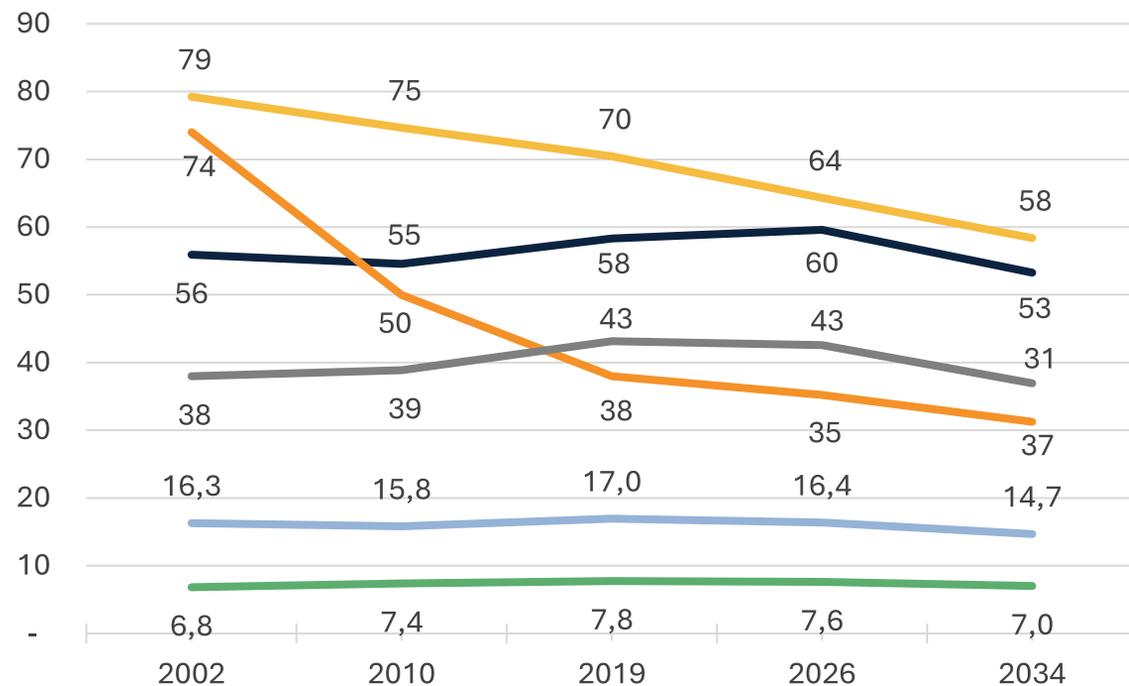
Demanda energética do transporte de passageiros brasileiro por modo
(bilhão lge, %)



- Entre 2024 e 2034, a demanda energética do transporte de passageiros crescerá, em média, 1,6% a.a. no Brasil.
- Esse crescimento é menor que o da atividade no mesmo período, em função de melhorias de eficiência e, sobretudo, pelo aumento de participação do transporte rodoviário coletivo.
- O modo rodoviário (individual e coletivo) seguirá predominante nos próximos anos, sendo responsável por aproximadamente 80% da demanda energética do transporte de passageiros no Brasil durante todo o período decenal.
- A projeção de permanência do PIB *per capita* abaixo do histórico nos próximos anos contribui para o uso de transporte coletivo em detrimento do individual, melhorando a eficiência.
- A implementação de corredores rápidos de ônibus urbanos também favorece uma maior mobilidade e uso do transporte público ([SPTRans](#)) ([Rio](#)).

Consolidação do transporte de passageiros: intensidade energética

Intensidade energética do transporte de passageiros brasileiro
(lge/mil pkm)

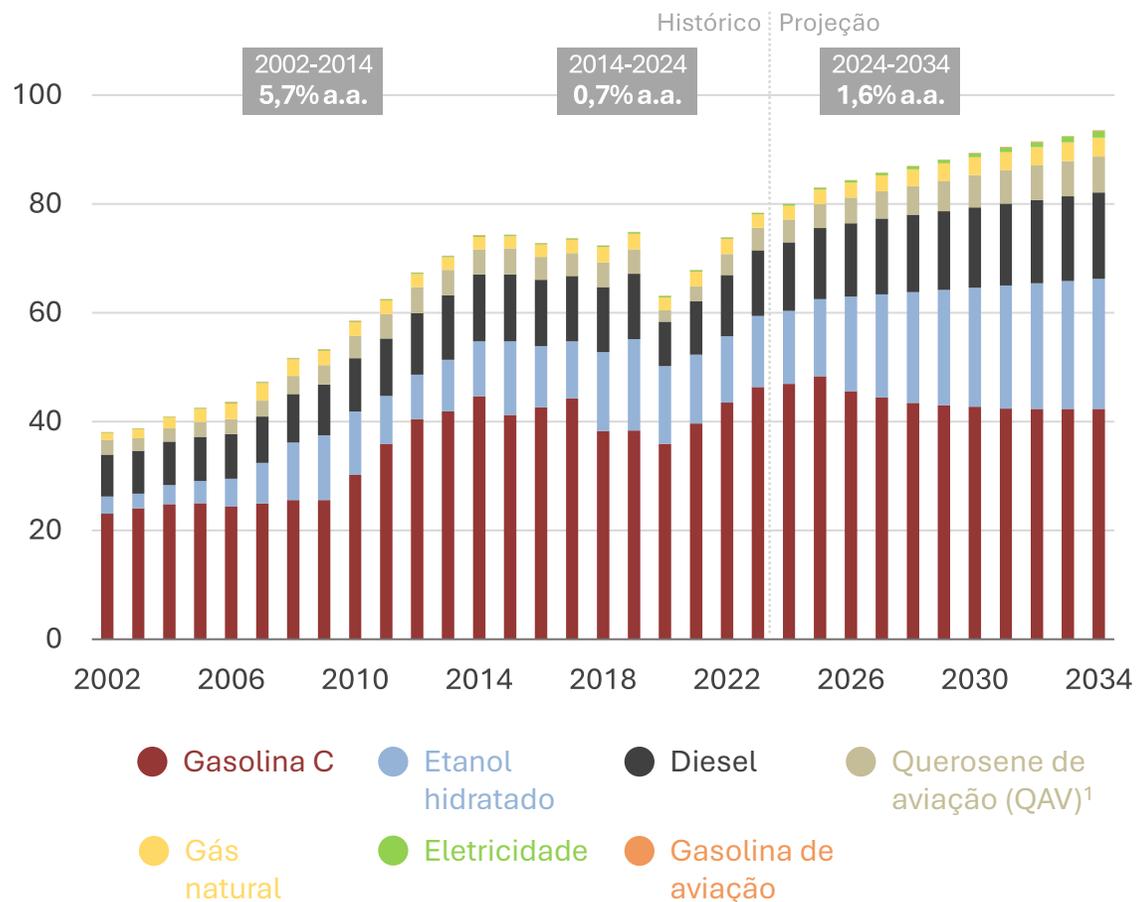


● Rodoviário individual
 ● Rodoviário coletivo
 ● Metroferroviário
 ● Aquaviário
 ● Aéreo
 ● Média

- O crescimento do PIB *per capita* na década de 2000 contribuiu para uma migração do transporte coletivo para o transporte individual, reduzindo a ocupação de ônibus e aumentando a sua intensidade energética.
- A pandemia reduziu a ocupação do transporte coletivo, afetando esse indicador. O aumento da potência e do peso dos automóveis também elevam a demanda energética por atividade realizada.
- Promoção de políticas de eficiência tendem a melhorar a intensidade energética ao longo da próxima década. A crescente eletrificação do transporte também contribui para isso.
- A implementação de Planos de Mobilidade Urbana também contribui para a priorização do transporte coletivo, o que eleva a intensidade de uso desse, aprimorando a intensidade energética. Essa melhoria, aliada ao aumento de participação do transporte público, promovem uma mobilidade mais eficiente.

Consolidação do transporte de passageiros: demanda energética por combustível

Demanda energética do transporte de passageiros por combustível
(bilhão lge)



- O aumento da frota de automóveis e comerciais leves e uma maior demanda por mobilidade estimulam o crescimento da demanda energética ao longo do próximo decênio.
- Por outro lado, o avanço do sistema metroferroviário em algumas cidades, o uso de ônibus elétricos, e políticas de promoção da eficiência melhoram a intensidade energética do transporte de passageiros, reduzindo a projeção da demanda de energia.
- Apesar da crescente eletrificação da frota de automóveis e ônibus, a participação dessa eletricidade na demanda energética não se eleva significativamente.

Nota: (1) Inclui QAV de origem fóssil e combustíveis sustentáveis de aviação (SAF).

PDE 2034

Análise agregada da demanda energética do setor de transportes

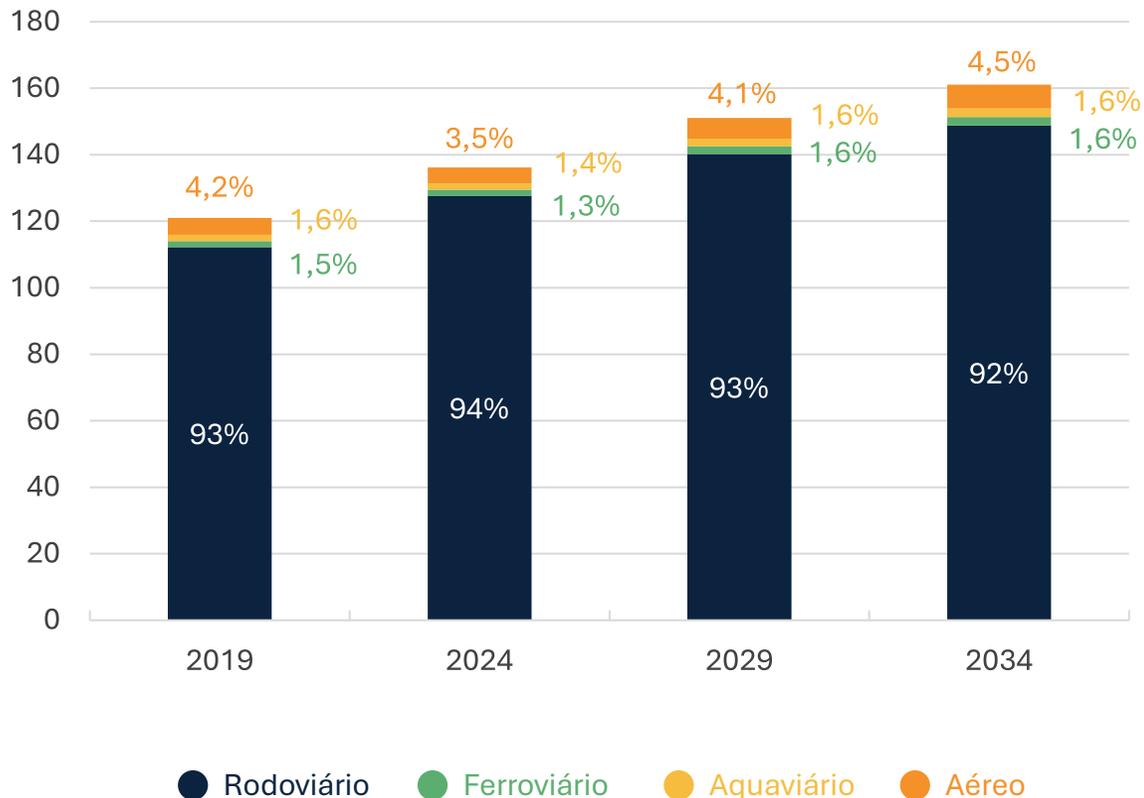


MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

Demanda energética do setor de transportes por modo

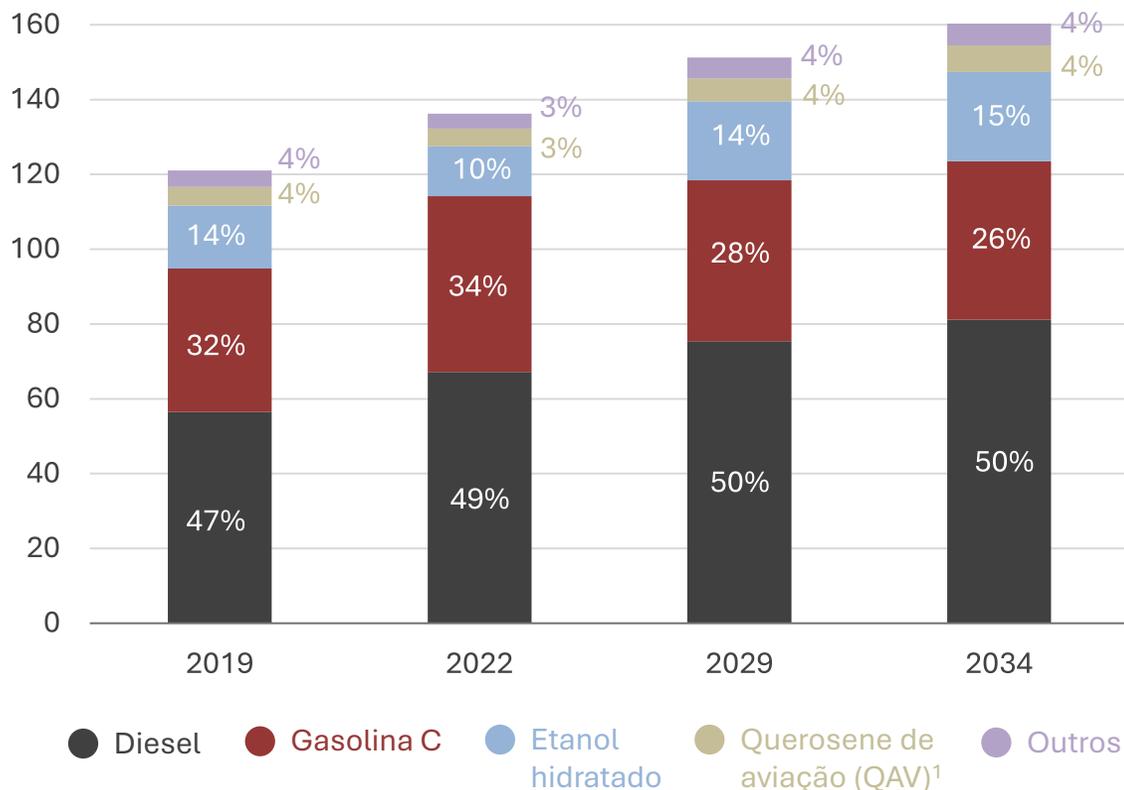
Demanda energética do setor de transportes brasileiro por modo
(bilhão lge)



- A participação do modo rodoviário seguirá predominante tanto no transporte de passageiros quanto no transporte de cargas, sendo responsável por mais de 90% da demanda energética do setor em todo o período decenal.
- Ressalta-se, porém, que os demais modos apresentam aumentos expressivos da demanda energética entre 2024 e 2034: ferroviário (3,5% a.a.), aquaviário (2,9% a.a.), e aéreo (4,8% a.a.).
- A demanda energética do transporte de passageiros (1,6% a.a.) crescerá de forma menos acelerada do que a do transporte de cargas (1,9% a.a.).

Demanda energética do setor de transportes por combustível

Demanda energética do setor de transportes brasileiro por combustível
(bilhão lge)



Nota: (1) Inclui QAV de origem fóssil e combustíveis sustentáveis de aviação (SAF).

- O óleo diesel continuará como a principal fonte energética do setor de transportes brasileiro, crescendo 2,1% a.a. entre 2024 e 2034.
- O óleo diesel também registra o maior incremento, de 14 bilhões lge, o que se justifica pelo crescimento projetado para a demanda por caminhões e ônibus.
- Dentre as fontes energéticas, a eletricidade é a que apresenta a maior taxa de crescimento no decênio: 15,1% a.a. No entanto, a sua participação continuará pequena frente às principais fontes energéticas.
- O etanol hidratado deverá recuperar sua participação no setor de transportes, em um incremento de 10 bilhões lge no período, deslocando parcela da demanda potencial de gasolina.
- O QAV também tornará a crescer nos próximos dez anos, diante da recuperação do setor aéreo (o mais afetado pela pandemia), do aumento do PIB *per capita* e de investimentos em aeroportos.
- Os biocombustíveis líquidos (etanol anidro e hidratado, biodiesel e outros) ampliarão a sua participação na demanda energética do setor de transportes de 22% em 2024 para aproximadamente 28% em 2034.

Considerações finais

Considerações finais

- A **demanda por transporte** no Brasil deverá **umentar ao longo do próximo** decênio, especialmente **em função** do **crescimento** projetado para a **economia**. A consequente expansão da **renda** da população estimula o **consumo** e a **mobilidade**, incentivando tanto a demanda por transporte de passageiros quanto de cargas e suas demandas energéticas.
- No **transporte de passageiros**, a relevância do rodoviário individual seguirá expressiva. Porém, a **maior parte da demanda incremental** no período decenal deverá ser **atendida pelo transporte rodoviário coletivo** (ônibus).
- No **transporte de cargas**, o transporte rodoviário (caminhões) seguirá dominante, sendo responsável por grande parte do escoamento da produção agrícola e da movimentação de granéis líquidos no País. **Destaque**, porém, para a **expansão do modo ferroviário**, tanto por investimentos na malha existente, como pela operacionalização de novos trechos no segundo quinquênio. Haverá o aumento da **produção agrícola, minerária e industrial brasileira com uma elevação percentual menos que proporcional de óleo diesel**.
- A **eletrificação** na frota de veículos leves e pesados deverá **avançar mais fortemente em nichos de aplicação**, como nos **ônibus e frete de última milha** em grandes cidades e nas **camadas de consumidores de maior renda**. Apesar desse avanço, a demanda por eletricidade no setor de transportes brasileiro continuará pouco representativa em 2034.
- **Investimentos em modos menos energointensivos, programas** estimulando a **eficiência** do setor, e **aumento da intensidade de uso** dos equipamentos permitem que a **demanda energética do setor de transportes cresça a taxas mais modestas quando comparadas com o aumento da atividade exercida pelo setor**.



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

