



Mercado de Combustíveis Marítimos

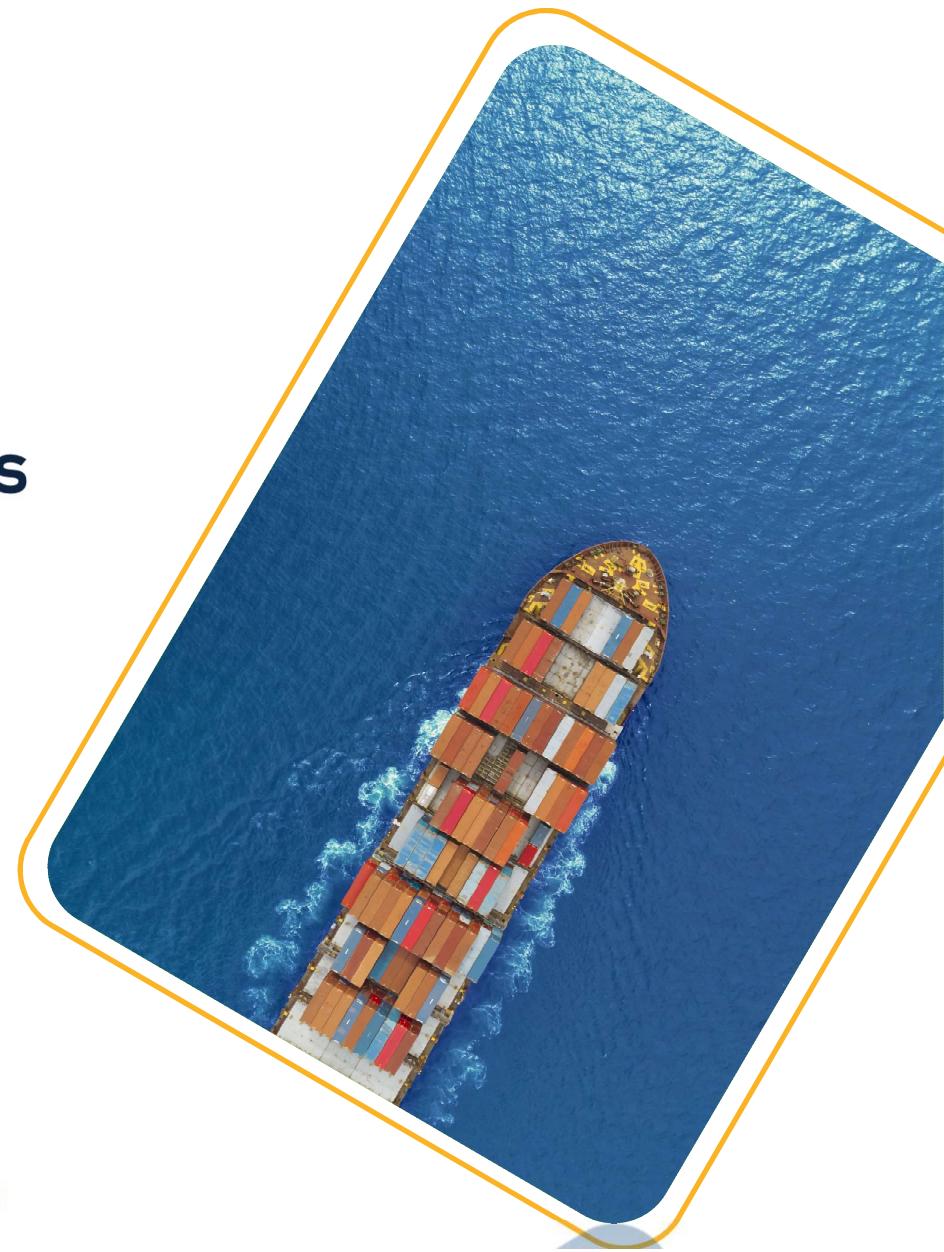
SubGT-04

Resolução CNPE 10/2024

Superintendência de Derivados de Petróleo e Biocombustíveis | SDB
Diretoria de Petróleo, Gás e Biocombustíveis | DPG

Carlos Pacheco / Patrícia Stelling / Pedro Lopes

19 de março de 2025



Principais trabalhos desenvolvidos pela EPE no tema



IMO 2020:

A nova regulamentação de combustíveis marítimos

The image shows the cover of the 'Roadmap Transporte Aquaviário' document. It features a large, high-angle photograph of a coastal area with a pier extending into the ocean, with hills in the background. The title 'Roadmap Transporte Aquaviário' is at the top left, followed by a horizontal line and the date 'Novembro de 2024'. At the bottom left is the logo for 'Governo Federal do Brasil' with the text 'MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA'. The logo for 'Governo Federal do Brasil' is in the bottom right corner.

PDE 2034

Demandas Energéticas do Setor de Transportes



15
anos

epe
Empresa de Pesquisa Energética

NOTA TÉCNICA

Precificação de óleo combustível marítimo para cabotagem

DPG-SDB Nº 01/2019

Rio de Janeiro, Dezembro de 2019

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

 PÁTRIA AMADA
BRASIL
ESTADO FEDERADO

Descarbonização do Transporte Aquáriário (pepe)

O transporte marítimo é responsável por 20% da emissão de carbono mundial e 90% das emissões globais de CO₂.

Que tipos de combustíveis abastecem os navios?

- carvão (cerca de 14% das embarcações marítimas são abastecidas por combustível marítimo tradicional, de origem rústica classificadas em duas categorias: (i) resíduos – uso em reatores primitivos, para propulsão dos armamentos de guerra, navios de guerra, navios de pesca e navios de passageiros (ex: navio de cruzeiro, M/V Marine Fuel), VLSI (Very Low Sulphur Fuel Oil) e ULSD (Ultra Low Sulphur Diesel); (ii) destilados – uso em motores de embarcações de passageiros e de médio porte ou em motores de navios de carga (ex: navio de cruzeiro, navio de passageiros, navio de cruzeiro, M/V Marine Fuel) e M/GD (Marine Gas Oil) – combustível de baixo teor de enxofre, nomeado como diesel marítimo (DMA) e MDO (Marine Diesel Oil) – combustível de baixo teor de enxofre, nomeado como óleo marítimo (MDO))

Como funcionam os motores das embarcações marítimas?

Grande parte das embarcações funcionam com motores ciclo Diesel de 2 ou 4 tempos.

- o motor a diesel é usado porque oferece maior eficiência e menor custo
- o motor a diesel é usado porque é mais eficiente para gerar reflexo de potência e torque para produzir energia elétrica
- o motor a diesel é usado porque é mais eficiente para gerar reflexo de potência e torque para gerar energia elétrica

A conversão das matérias de carvão de grande porte em motores locomotivos (diesel) para motores a gás natural liquefato (GNL) é a responsável por 90% das emissões de CO₂ das embarcações de passageiros (ex: navio de cruzeiro, M/V Marine Fuel), VLSI, ULSD e M/GD e 40% das emissões de CO₂ das embarcações de passageiros (ex: navio de cruzeiro, M/V Marine Fuel), VLSI, ULSD e M/GD.

Por que reduzir as emissões do transporte aquáriário?

O organismo Marítimo das Nações Unidas (IMO) é responsável por estabelecer e implementar a segurança e eficiência do transporte marítimo e a proteção daquele praticado pelas Nações. Os objetivos de emissão (SO) e o relatório (SO) na área da cassa comum das Nações Unidas (UN) visam a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e a proteção das fontes de energia renováveis, fontes de energia, aplicações ecológicas e da acificação das ocorrências. O óxido de carbono (CO₂) contribui para a aquecimento global (AG).

Áreas de Controle e Extensão (ECA)

Assegurando para diminuir as emissões de gases de efeito estufa, os navios permanecem em portos e costeiras, ingrediente central.

Desde 2021, a área de controlo das emissões de CO₂ é a ECA. Para negar, hora da hora, da ECA, o navio deve operar com um motor a GNL ou com um motor a diesel com menor teor de enxofre (0,5%).

ECAs existentes

ECAs futuras

Tipos de ECAs

SECA

- Reduz emissões de SO, e aumenta a eficiência
- Reducir metade per capita (ECAs) inclui poluentes (ex: óleo diesel, óleo de gás natural, óleo de gás natural, óleo de gás natural)
- Reduz emissões de CO₂ e aumenta a eficiência
- Reduz emissões de CO₂ e aumenta a eficiência

NECA

NOTA TÉCNICA

DEMANDA ENERGÉTICA

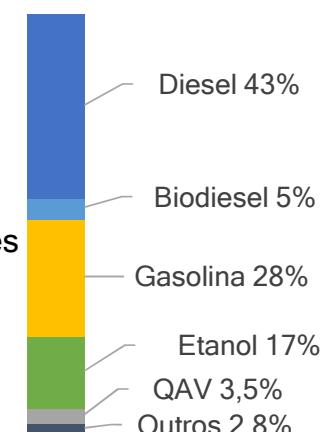
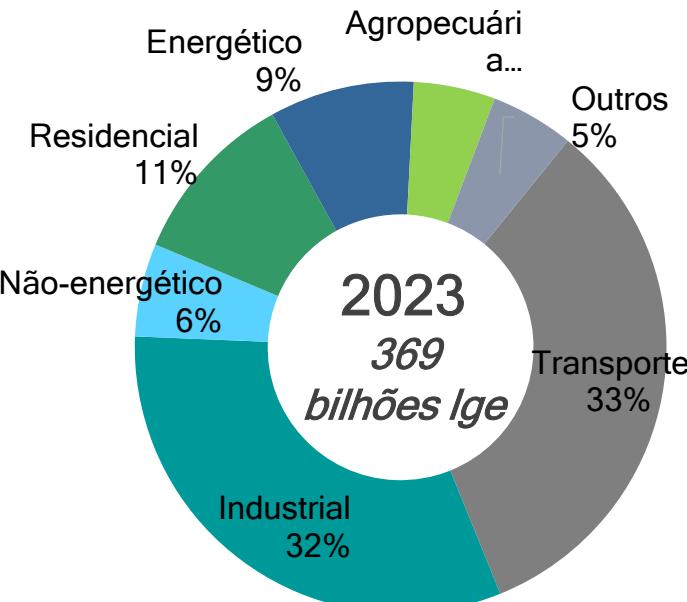
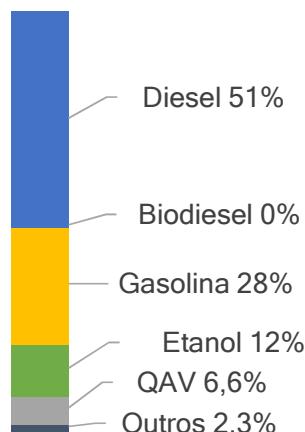
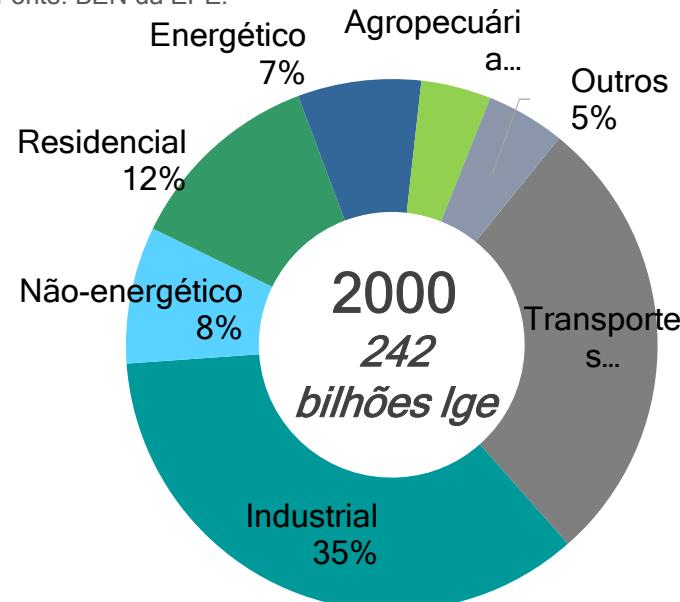
Transporte Aquaviário



Consumo final energético no Brasil

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

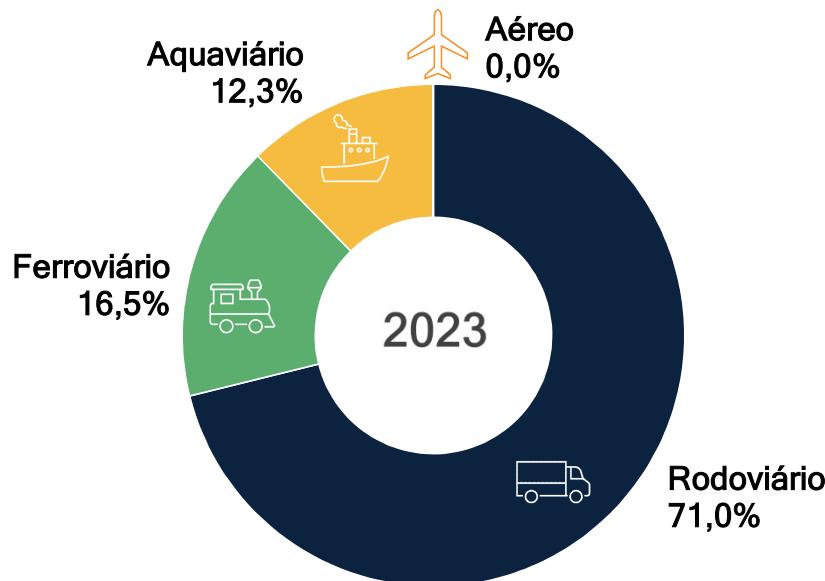
Fonte: BEN da EPE.



- 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).

Distribuição modal do transporte de cargas

Atividade do transporte de cargas brasileiro por modo (%)



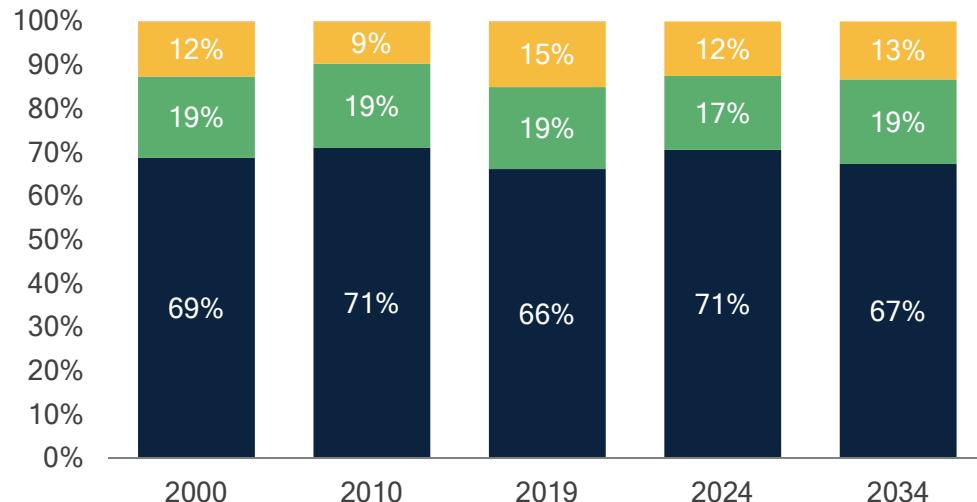
- Embora o Brasil seja um País continental, com um enorme litoral e diversos grandes rios, os caminhões foram responsáveis por mais de 65% da movimentação de cargas nas últimas duas décadas, alcançando 71% em 2023.
- A ênfase do transporte rodoviário no Brasil é resultado, sobretudo, de seu processo 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.

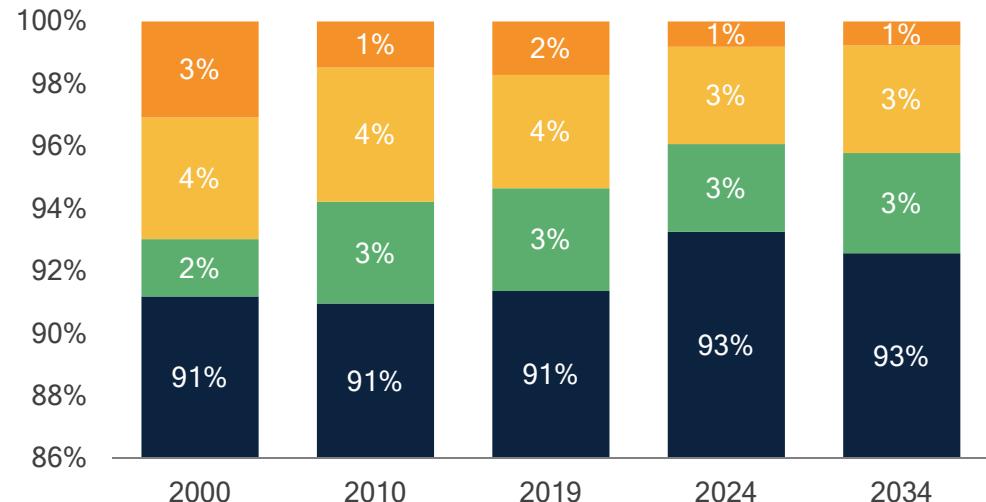
Consumo energético do transporte de cargas brasileiro por modo



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



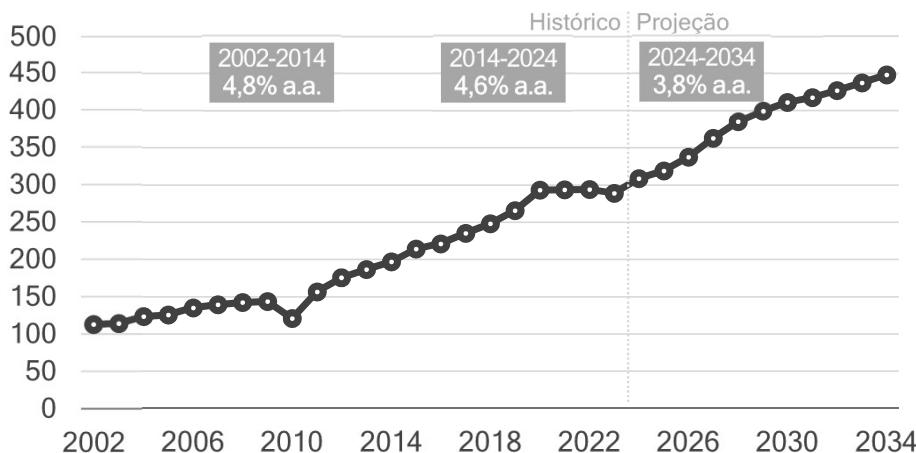
Consumo energético do transporte de cargas brasileiro por modo
(%)



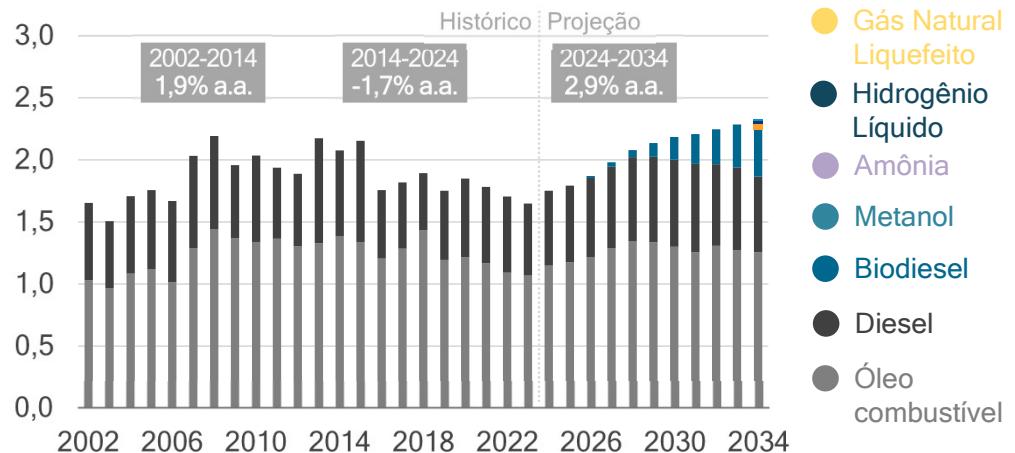
Demanda energética do transporte aquaviário de cargas brasileiro



Atividade do transporte aquaviário de cargas brasileiro (bilhão tku)



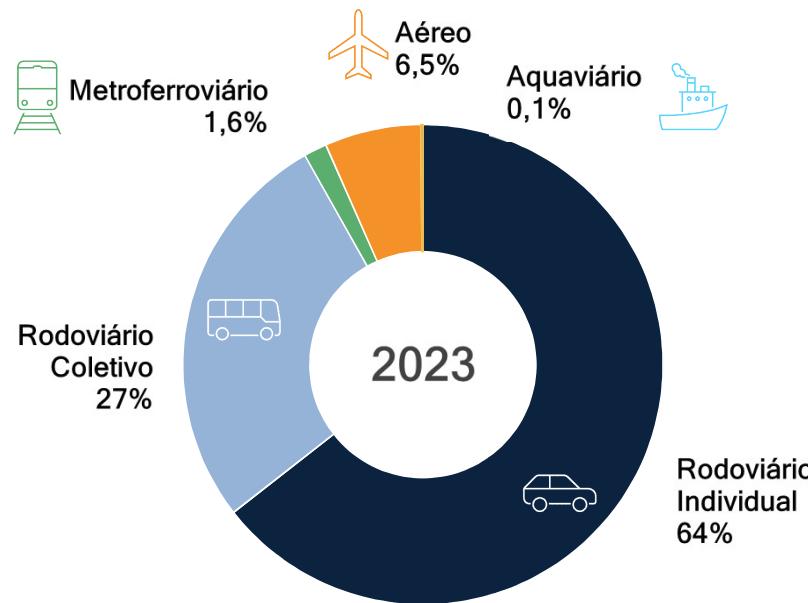
Demanda energética do transporte aquaviário de cargas brasileiro (bilhão Ige)



- 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 naveabilidade 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.

Distribuição modal do transporte de passageiros

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.

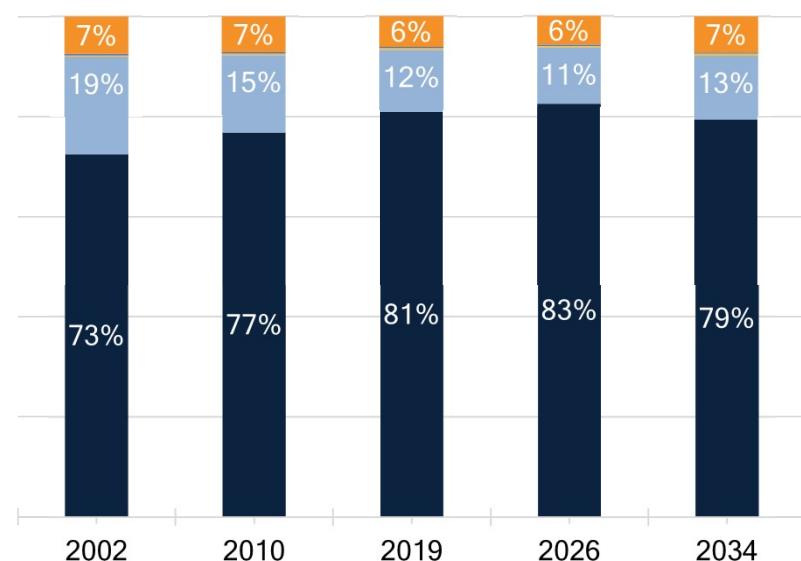
Consumo energético do transporte de passageiros brasileiro por modo



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



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



● Rodoviário individual

● Rodoviário coletivo

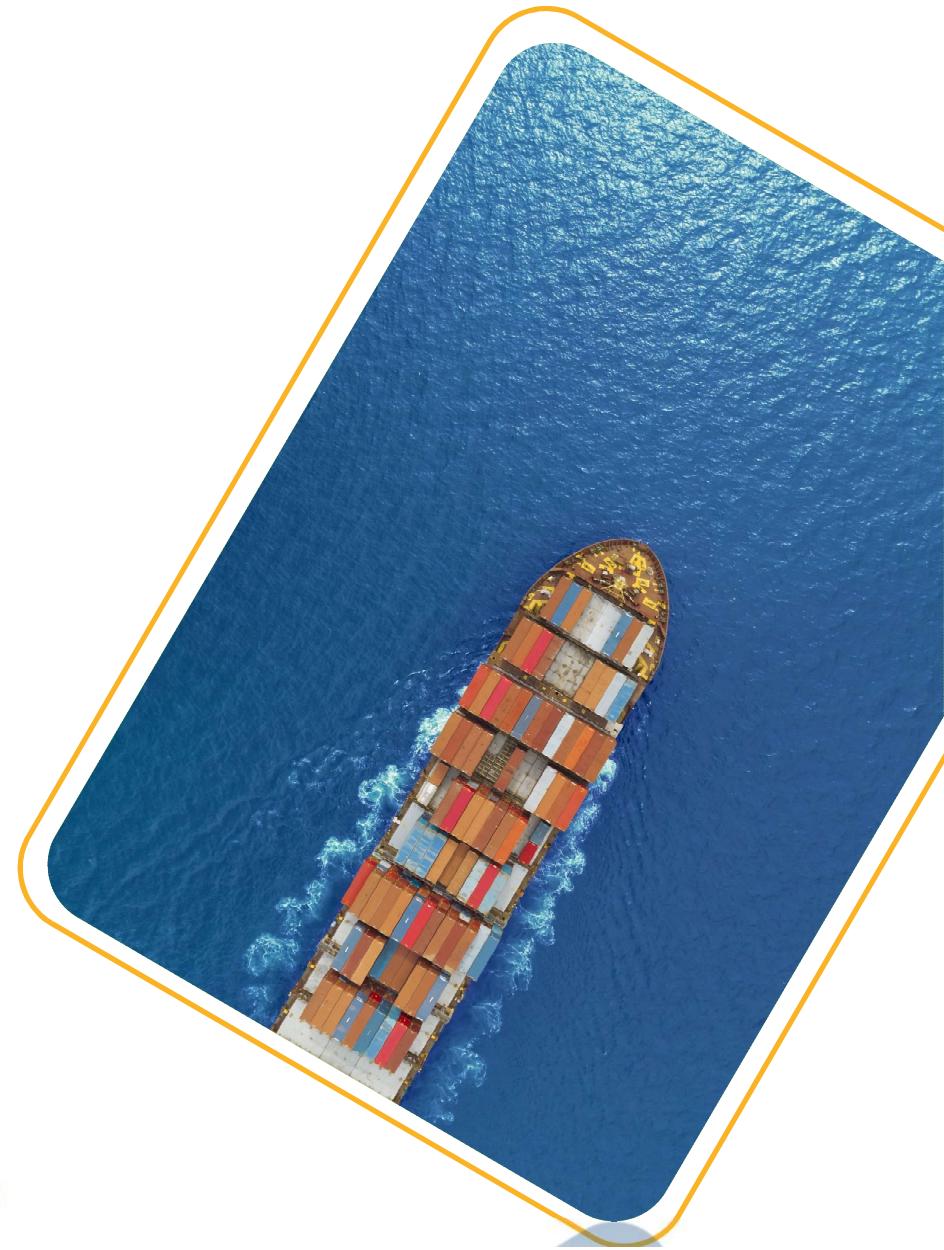
● Metroferroviário

● Aquaviário

● Aéreo

BALANÇO DE OFERTA

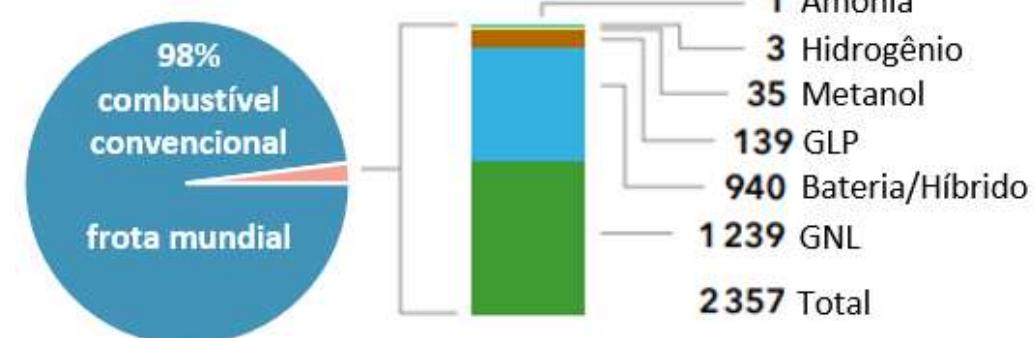
*Considerando potencial uso na formulação de
combustíveis marítimos*



Navios em operação no mundo por tipo de combustível

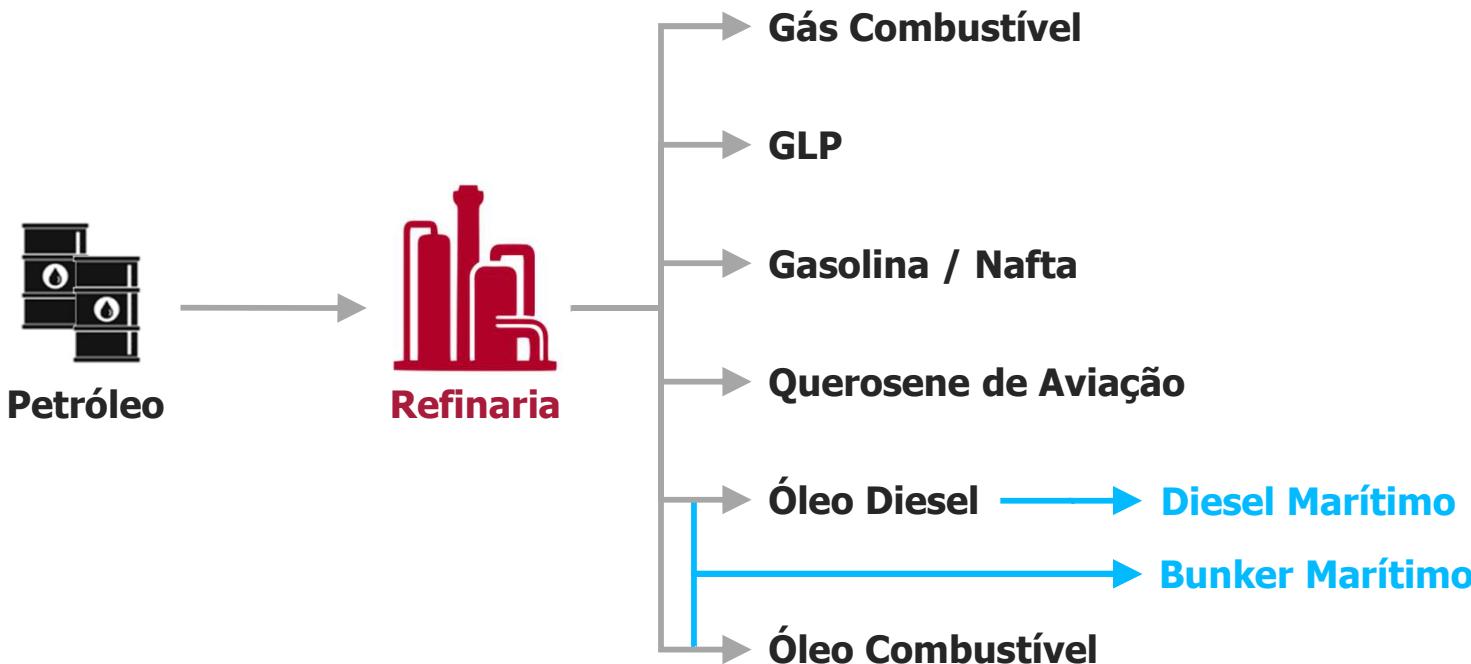
- Atualmente, cerca de 98% das embarcações marítimas são abastecidas por combustíveis marítimos tradicionais, de origem fóssil classificados em duas categorias ([DNV](#), [Petrobras](#)):
 - residuais - uso em motores principais, para propulsão das embarcações de grande porte. São conhecidos como: OCM (óleo combustível marítimo), bunker, MF (Marine fuel), VLSFO (Very Low Sulphur Fuel Oil) e ULSFO (Ultra-Low Sulphur Fuel Oil).
 - destilados - uso em motores de embarcações de pequeno e médio porte ou, ainda, em motores auxiliares para geração de energia ou de emergência. São nomeados como diesel marítimo (DMA e DMB) ou MGO (Marine Gasoil).

Número de navios em operação



[Fonte: DNV](#)

Produção de combustíveis marítimos



Tipos de Combustíveis marítimos



OCM (óleo combustível marítimo), bunker, MF (Marine fuel), VLSFO (Very Low Sulphur Fuel Oil) e ULSFO (Ultra-Low Sulphur Fuel Oil)

- Utilizado em motores principais, de grandes dimensões, nos sistemas de propulsão de navios de grande porte.
- Possui requisitos de qualidade mais restritivos em comparação aos óleos combustíveis industriais.
- São comercializados em diversos tipos e classificados de acordo com a viscosidade cinemática, como IFO 180 cSt, IFO 380 cSt e IFO 500 cSt (centiStokes).
- Produzido a partir de formulações contendo principalmente **frações pesadas da destilação** de petróleo nas refinarias.
- As especificações e requisitos de qualidade dos combustíveis marítimos são definidos pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis pela **Resolução ANP nº 903/2022**.

SubGT-04 /Mercado de Combustíveis Marítimos



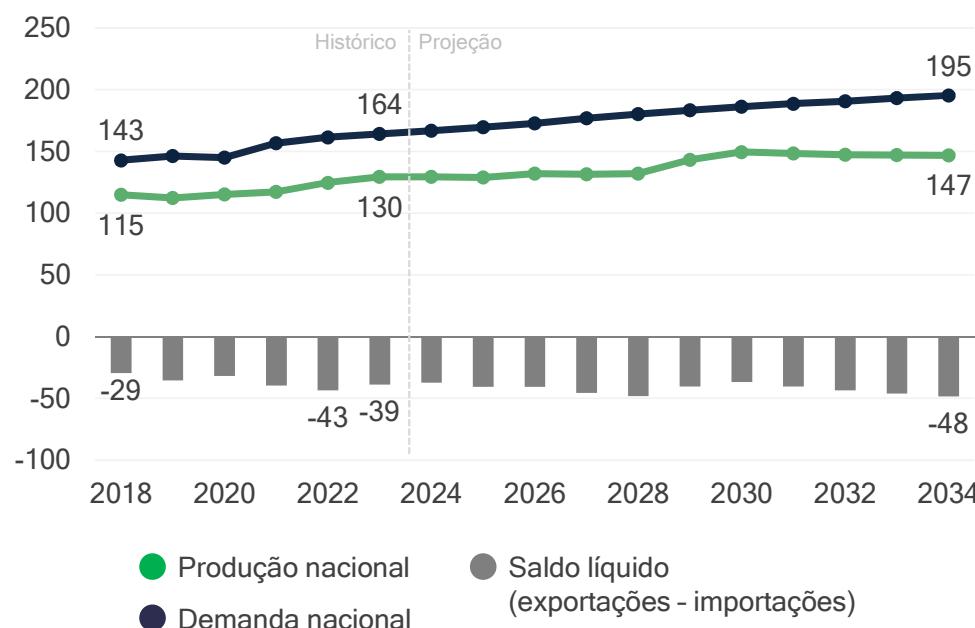
Marine Gasoil (MGO)
ou Diesel Marítimo (DMA/DMB)

- Utilizado em motores principais, de propulsão, em embarcações de **médio e pequeno porte**, por exemplo, barcos de passeio e de transporte de passageiros.
- Possui requisitos de qualidade diferentes do bunker, em particular, menor viscosidade cinemática e menor massa específica.
- Produzido a partir das **frações mais leves** do processo de refino em comparação ao óleo combustível marítimo.
- As especificações e requisitos de qualidade dos combustíveis marítimos são definidos pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis pela **Resolução ANP nº 903/2022**.

PDE 2034 - Balanço nacional de óleo diesel

Balanço nacional de óleo diesel A (mil m³/d)

Fonte: EPE



Nota: Inclui óleo diesel rodoviário (S10 e S500), óleo diesel não rodoviário (S1800) e óleo diesel marítimo (S5000). O fornecimento de óleo diesel marítimo para rotas internacionais é contabilizado no gráfico como demanda doméstica.

- Com os investimentos no 2º trem da RNEST, no Polo Gaslub e em unidades de hidrotratamento, a produção de óleo diesel A crescerá 13% entre 2024 e 2034.
- Apesar desse incremento, a produção doméstica se manterá insuficiente para abastecer o mercado interno brasileiro de óleo diesel em sua totalidade.
- Nesse contexto, o Brasil ampliará ainda mais a sua condição de importador líquido de óleo diesel durante o período decenal. Os volumes de importação líquida de óleo diesel deverão aumentar progressivamente, alcançando 48 mil m³/d em 2034 (o que equivale a 25% da demanda no ano).
- Esse valor é 12% superior aos 43 mil m³/d de importação líquida do Brasil em 2022, máxima histórica até então, sinalizando a necessidade de investimentos na ampliação da infraestrutura primária de abastecimento de óleo diesel.

PDE 2034 - Balanço nacional de óleo combustível

Balanço nacional de óleo combustível (mil m³/d)

Fonte: EPE

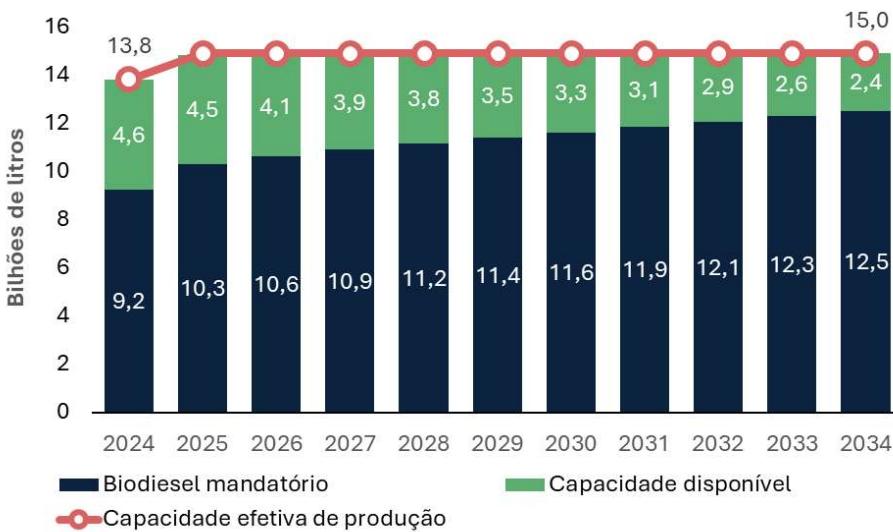


Nota: Inclui óleo combustível marítimo (bunker 0,5%), óleo combustível industrial e de geração termelétrica BTE (1%) e ATE (2%) e óleo combustível de xisto. O fornecimento para rotas internacionais é contabilizado no gráfico como demanda doméstica.

- Desde 2020, a produção e a exportação de óleo combustível têm registrado aumentos expressivos em comparação aos anos anteriores. Isso tem ocorrido em função da oportunidade de comercialização de óleo combustível marítimo (bunker) de baixo teor de enxofre, em atendimento às especificações da IMO 2020.
- Para os próximos anos, os investimentos previstos no Polo Gaslub e em hidrotratamento de óleo diesel contribuirão para reduzir a participação do óleo combustível na produção das refinarias.
- Entre 2024 e 2034, as projeções indicam uma redução de 14% da produção de óleo combustível.
- Entretanto, o Brasil permanecerá como exportador líquido de óleo combustível em volumes consideráveis durante todo o período decenal.

PDE 2034 - Biodiesel para uso aquaviário

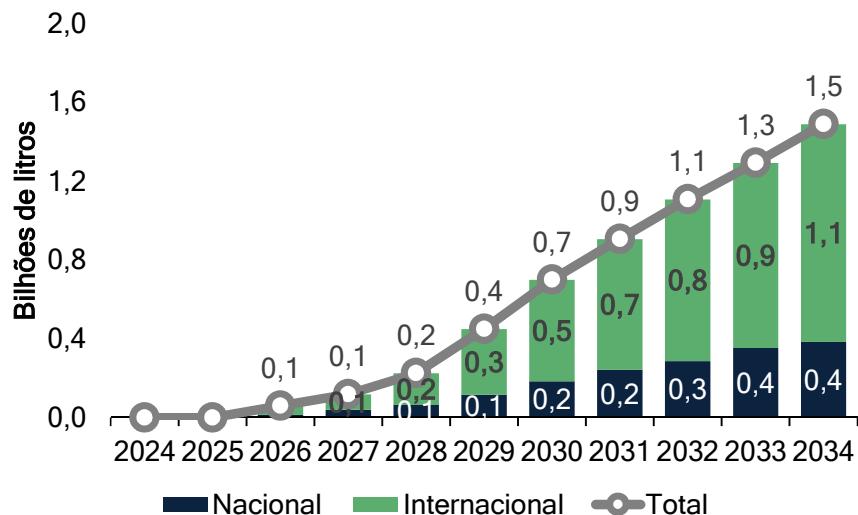
Projeção da disponibilidade de capacidade de produção de biodiesel



Nota: A demanda de biodiesel é referente ao mandatório vigente atualmente (15%).

Fonte: Elaboração EPE

Projeção da demanda de biodiesel para uso aquaviário¹

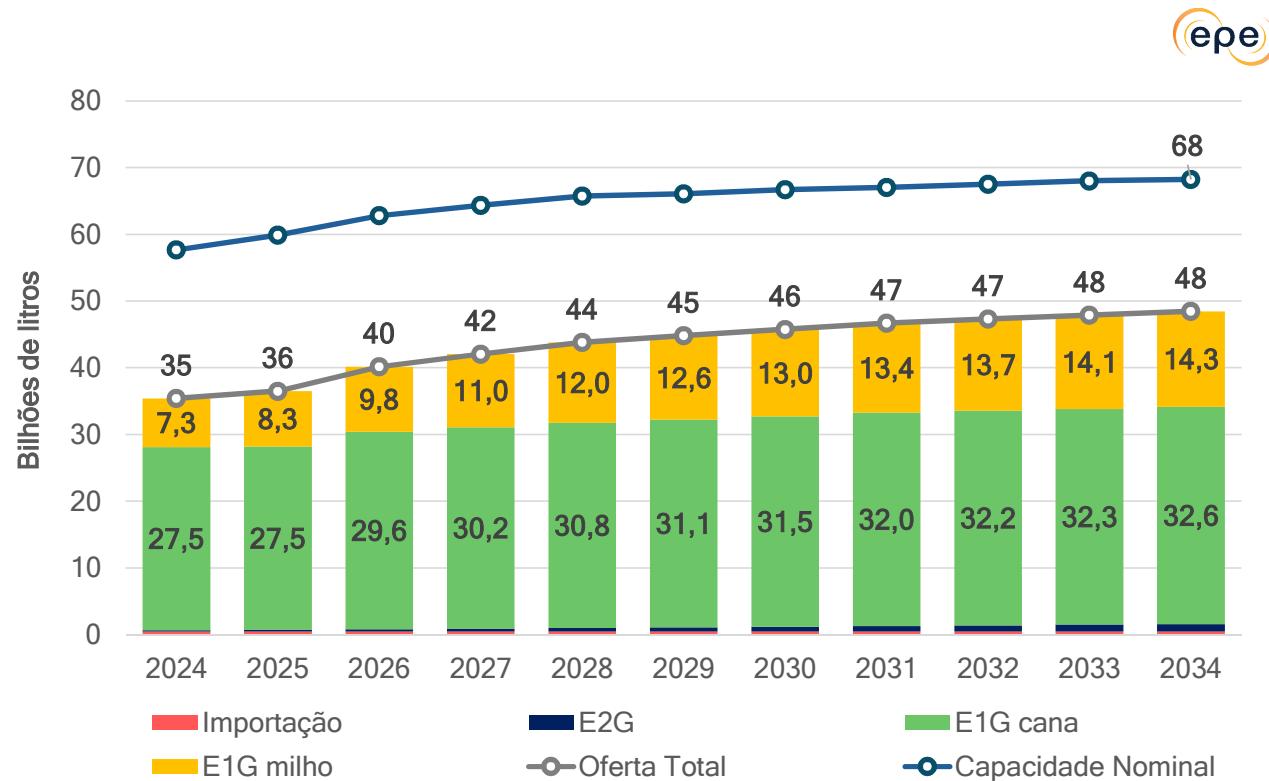


Nota: Aquaviário corresponde às demandas: hidroviária e bunker (doméstico e internacional)

Fonte: Elaboração EPE

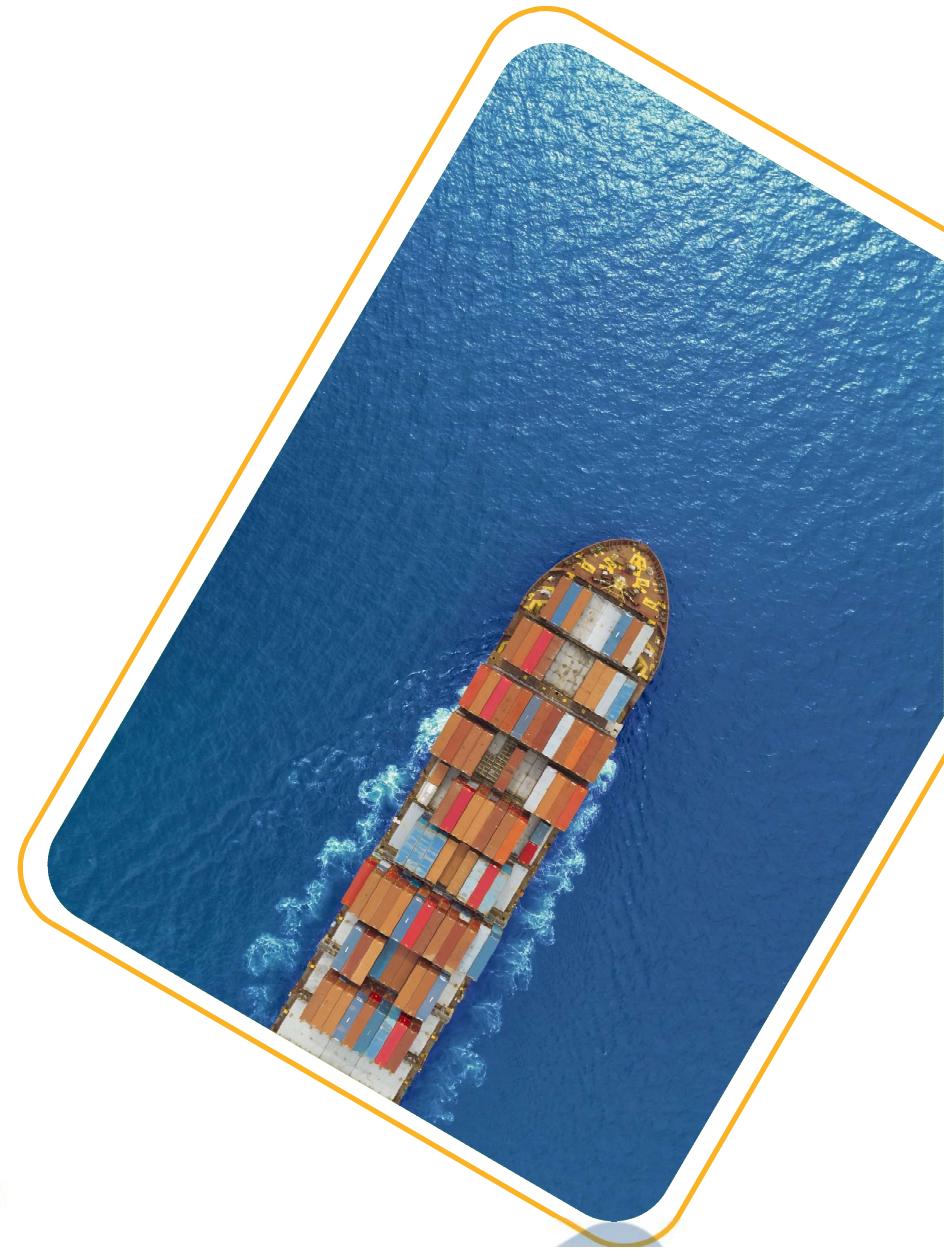
- Em 2034, a demanda de biodiesel para uso aquaviário poderá alcançar 1,5 bilhão de litros, sendo 1,1 bilhão de litros para navegação internacional.

Projeção da disponibilidade de capacidade de produção de etanol



- A oferta de etanol atende a parcela combustível, para uso não energético e exportação.
- Capacidade excedente, que possibilitaria ampliar a produção de etanol para outras aplicações, inclusive uso no transporte marítimo.

EXERCÍCIO DE TRAJETÓRIAS



Roadmap Transporte Aquaviário - Trajetórias

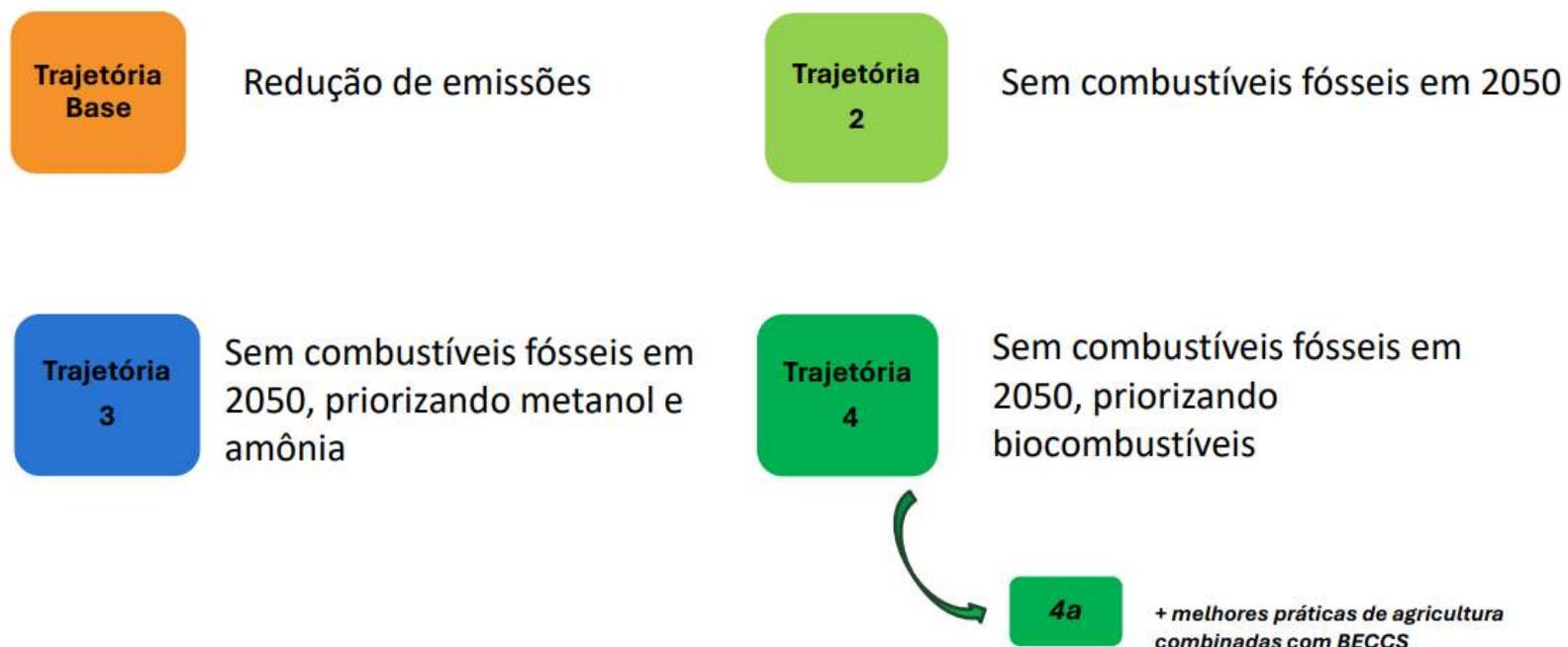


Roadmap Transporte Aquaviário
Novembro de 2024

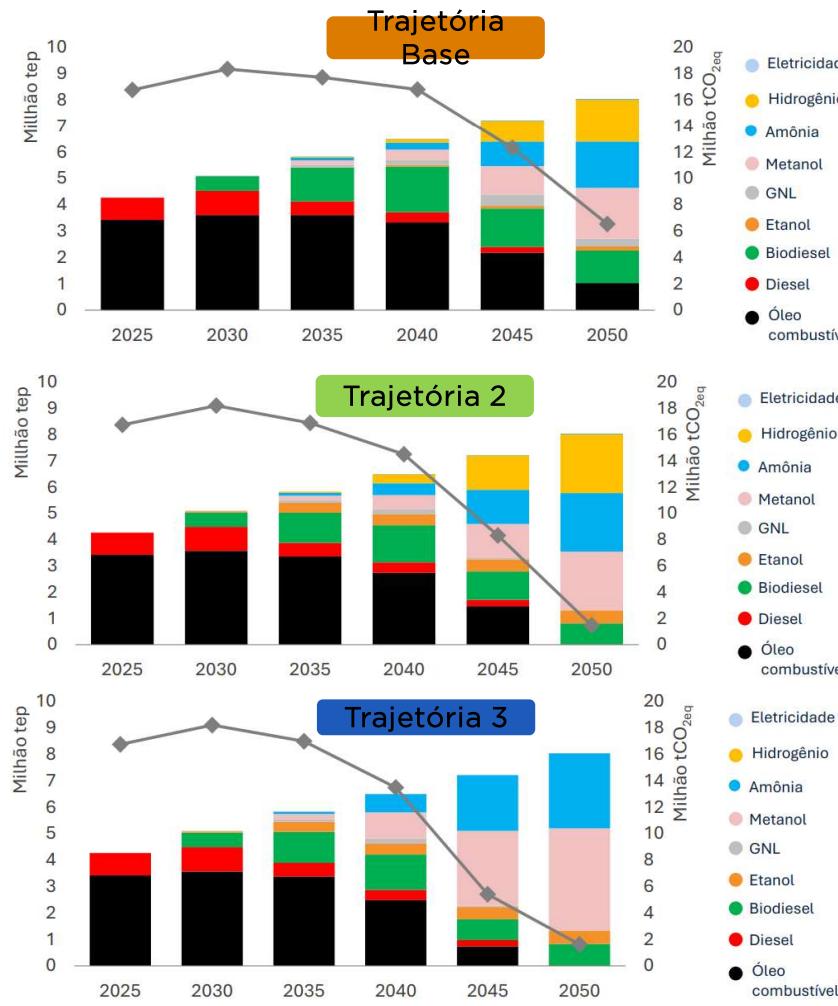
epe
GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO



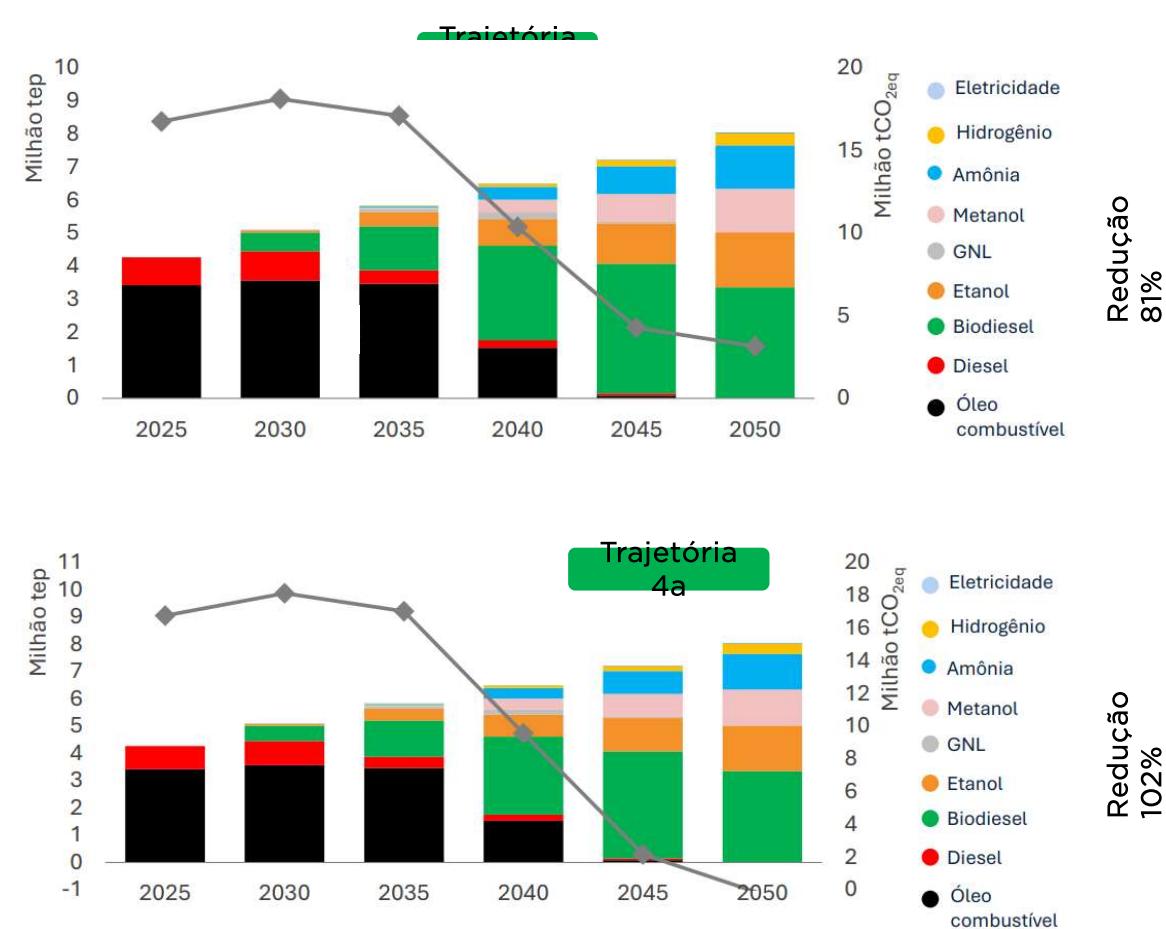
Estas trajetórias contemplam os requisitos de redução de GEE, especificamente a introdução de combustíveis de baixa emissão de carbono (combustíveis alternativos) no período 2024-2050



Roadmap Transporte Aquaviário - Trajetórias



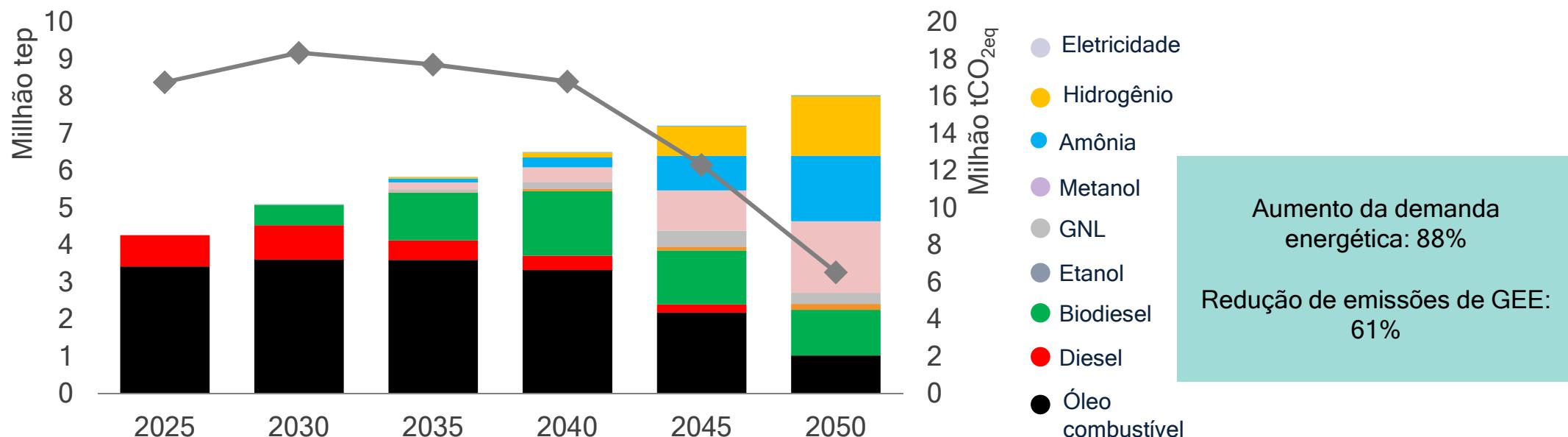
SubGT-04 / Mercado de Combustíveis Marítimos



Demanda energética x emissões CO_{2eq}

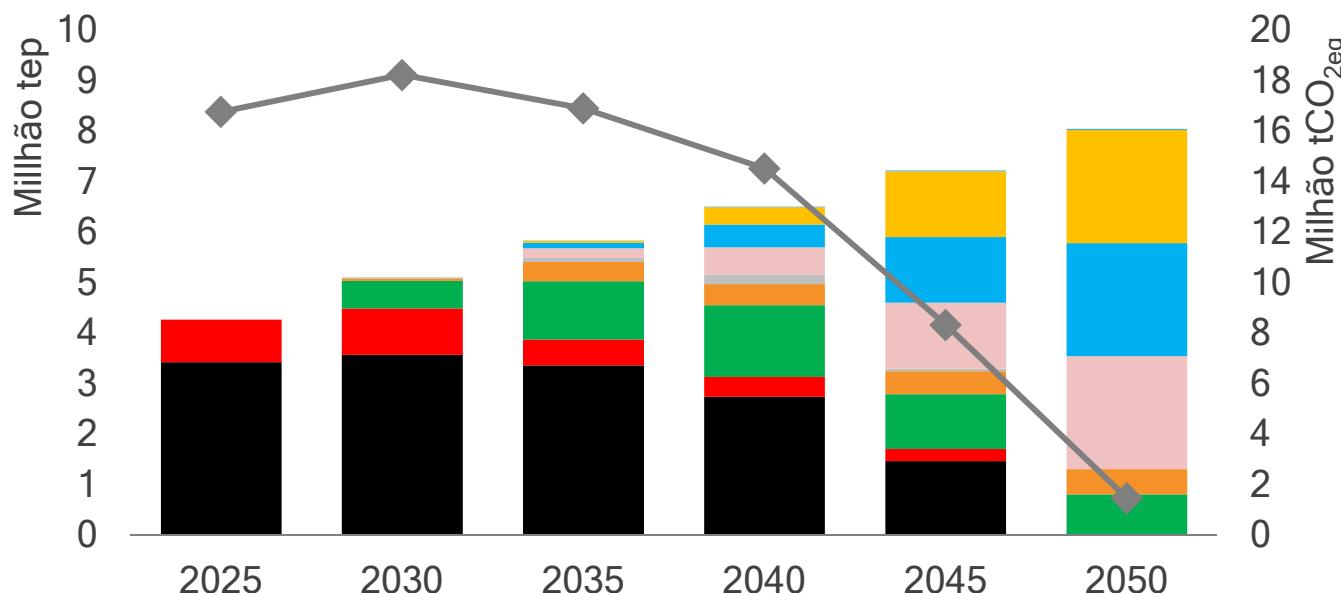
20

Roadmap Transporte Aquaviário – Trajetória Base



- Redução de emissões
- Navegação interior: gradual substituição de diesel marítimo por biodiesel, atingindo 100% em 2050
- Hibridização e eletrificação: ferries e transporte de passageiros
- Cabotagem: Mistura de biodiesel no *bunker* inicia-se em 2026, alcançando 30% em 2038. Novas embarcações de grande porte, entregues a partir de 2034, adotarão combustíveis alternativos (etanol, metanol, amônia e hidrogênio)
- Longo curso: uso de biodiesel no curto prazo e GNL no médio prazo. Novas embarcações de grande porte, entregues a partir de 2034, adotarão combustíveis alternativos (etanol, metanol, amônia e hidrogênio)

Roadmap Transporte Aquaviário – Trajetória 2

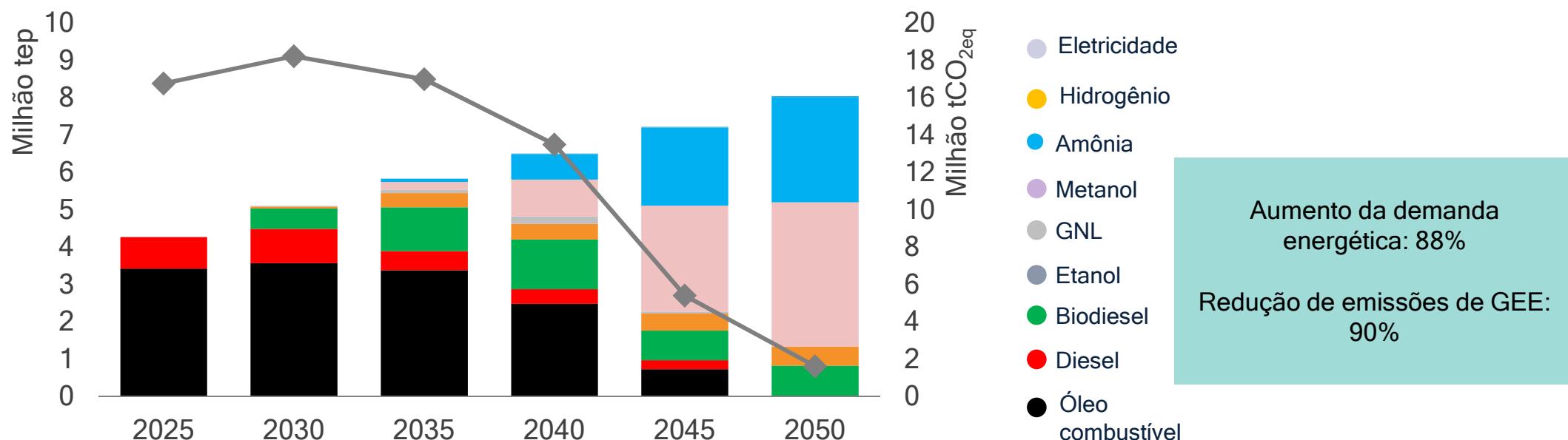


- Eletricidade
- Hidrogênio
- Amônia
- Metanol
- GNL
- Etanol
- Biodiesel
- Diesel
- Óleo combustível

Aumento da demanda energética: 88%
Redução de emissões de GEE: 91%

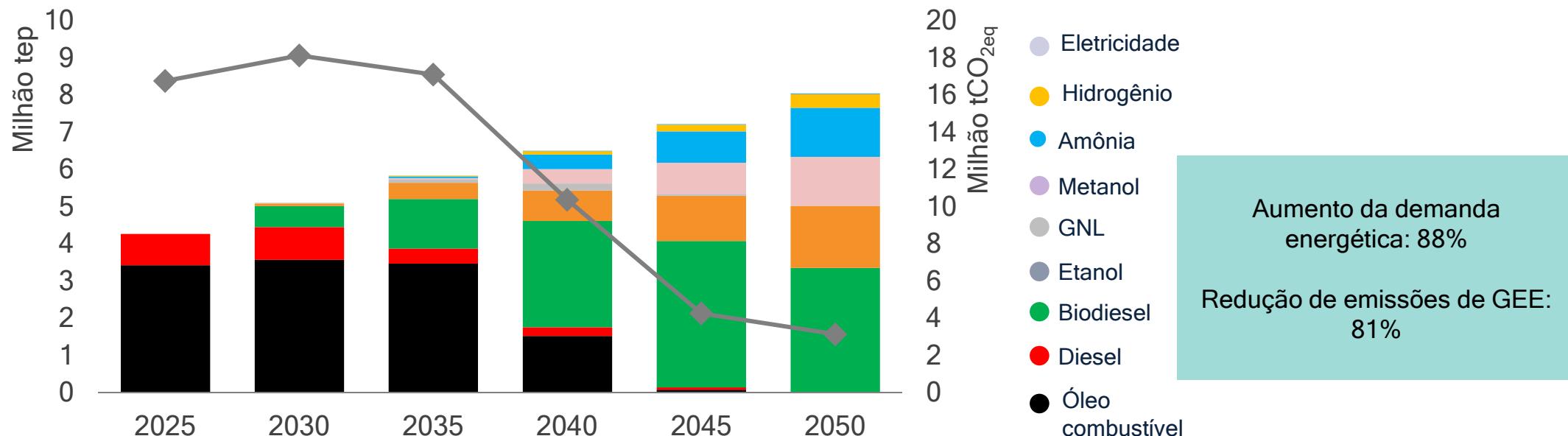
- Redução de emissões
- Navegação interior: gradual substituição de diesel marítimo por biodiesel e etanol, atingindo 90% e 10% em 2050
- Hibridização e eletrificação: *ferries* e transporte de passageiros
- Cabotagem: Mistura de biodiesel no *bunker* inicia-se em 2026, alcançando 30% em 2038. Novas embarcações de grande porte, entregues a partir de 2034, adotarão combustíveis alternativos (etanol, metanol, amônia e hidrogênio)
- Longo curso: uso de biodiesel no curto prazo e GNL no médio prazo. Novas embarcações de grande porte, entregues a partir de 2034, adotarão combustíveis alternativos (etanol, metanol, amônia e hidrogênio)

Roadmap Transporte Aquaviário – Trajetória 3



- Sem combustíveis fósseis em 2050, priorizando metanol e amônia
- Navegação interior: gradual substituição de diesel marítimo por biodiesel e etanol, atingindo 90% e 10% em 2050
- Hibridização e eletrificação: *ferries* e transporte de passageiros
- Cabotagem: Mistura de biodiesel no bunker inicia-se em 2026, alcançando 30% em 2038. Novas embarcações de grande porte, entregues a partir de 2034, adotarão combustíveis alternativos (etanol, metanol, amônia)
- Longo curso: uso de biodiesel no curto Prazo e GNL no médio prazo. Novas embarcações de grande porte, entregues a partir de 2034, adotarão combustíveis alternativos (etanol, metanol e amônia)

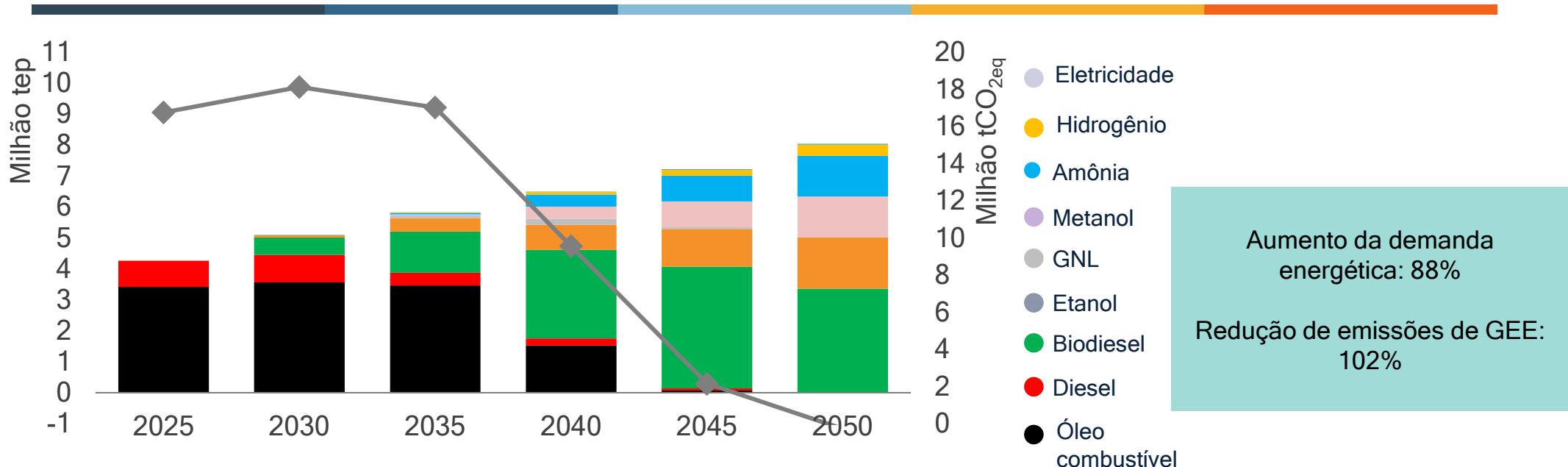
Roadmap Transporte Aquaviário – Trajetória 4



- Sem combustíveis fósseis em 2050, priorizando biocombustíveis
- Navegação interior: gradual substituição de diesel marítimo e do *bunker* por biodiesel e etanol, atingindo 80% e 20% em 2050
- Hibridização e eletrificação: *ferries* e transporte de passageiros
- Cabotagem: gradual substituição do diesel marítimo e *bunker* por biodiesel e etanol, alcançando 80% e 20% em 2050
- Longo curso: uso de biodiesel (30%), amônia (22%), metanol (22%), etanol (20%) e hidrogênio (6%) em 2050

Roadmap Transporte Aquaviário – Trajetória 4a

(melhores práticas da agricultura combinadas com BECCS)

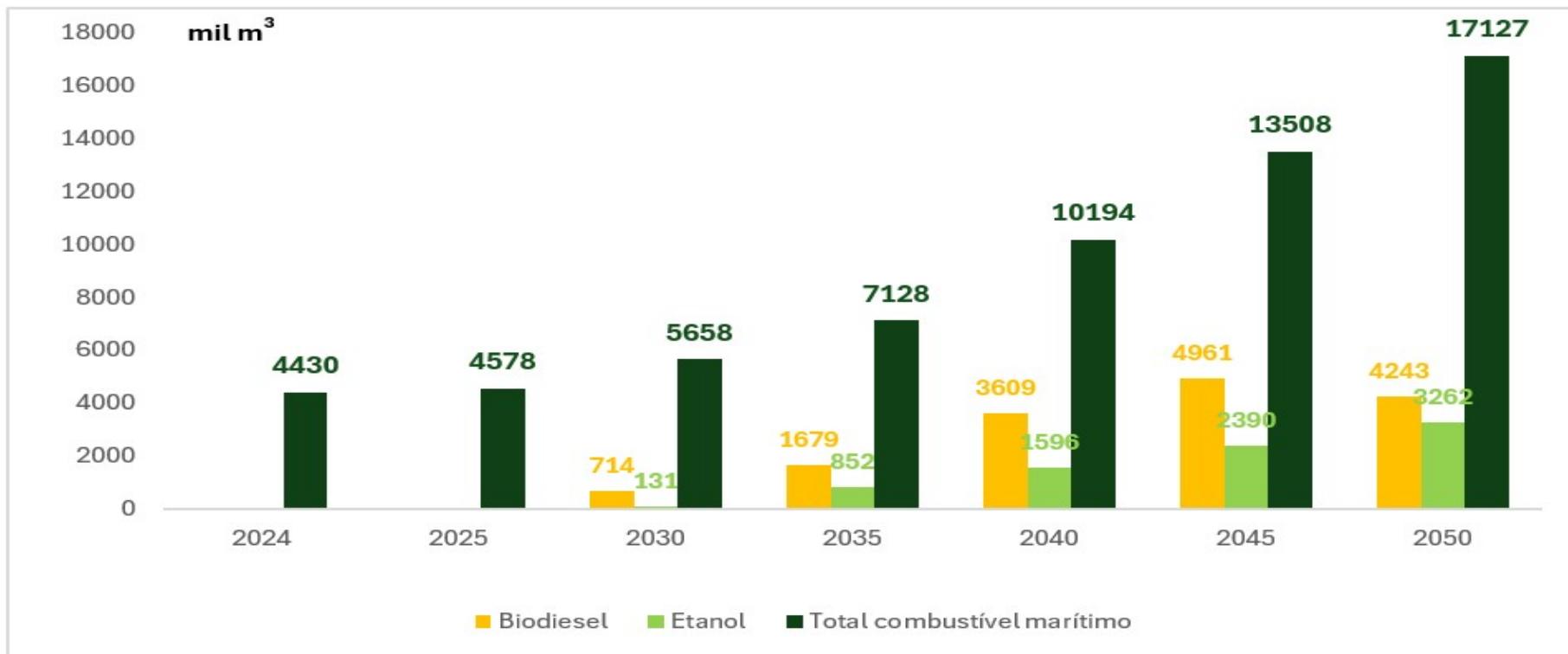


- Trajetória 4 + melhores práticas da agricultura combinadas com BECCS
- Navegação interior: gradual substituição de diesel marítimo e do *bunker* por biodiesel e etanol, atingindo 80% e 20% em 2050
- Hibridização e eletrificação: *ferries* e transporte de passageiros
- Cabotagem: gradual substituição do diesel marítimo e *bunker* por biodiesel e etanol, alcançando 80% e 20% em 2050
- Longo curso: uso de biodiesel (30%), amônia (22%), metanol (22%), etanol (20%) e hidrogênio (6%) em 2050

Roadmap Transporte Aquaviário - Trajetórias

Atendimento da demanda Combustível marítimo

Trajetória 4



Obs.: Total combustível marítimo pode incluir: bunker, diesel marítimo, biodiesel, etanol, hidrogênio, metanol, GNL, eletricidade, amônia (variando em função do período)
 SubGT-04 /Mercado de Combustíveis Marítimos

OBRIGAD@

Siga a EPE nas redes sociais e mídias digitais:

