



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

Empresa de Pesquisa Energética
Diretoria de Estudos do Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Rio de Janeiro, RJ
Agosto de 2019 (atualizado 23 de Outubro de 2019)

Roadmap Transporte Aquaviário

Novembro de 2024

PDE 2034

Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2034

Demanda Energética do Setor de Transportes

Setembro de 2024

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

Descarbonização do Transporte Aquaviário

Que tipos de combustíveis abastecem os navios?

Atualmente, cerca de 98% das embarcações marítimas são abastecidas por combustíveis marítimos tradicionais, de origem fóssil, classificados em duas categorias: **óleo combustível** e **gás natural**.

Atualmente, são os principais combustíveis para propulsão das embarcações de grande porte. São conhecidos como OCM (óleo combustível marítimo), bunker, fuel oil, diesel fuel, VLSFO (Very Low Sulphur Fuel Oil) e ULSD (Ultra Low Sulphur Fuel Oil).

Identificar – são os motores de embarcações de pequeno e médio porte ou ainda em motores auxiliares para geração de energia ou de emergência. São conhecidos como diesel marítimo (DMA) e DMA (Marine Diesel).

Nota de esclarecimento: o conteúdo de petróleo dos combustíveis marítimos não é definido pelo Agência Nacional de Petróleo, gás e Biocombustíveis (ANP).

Como funcionam os motores das embarcações marítimas?

Existem dois tipos de motores utilizados no transporte marítimo: o motor diesel e o motor a gás.

O motor diesel é o mais utilizado, sendo responsável por cerca de 98% da propulsão das embarcações marítimas. Ele funciona através da injeção de combustível no cilindro, onde ocorre a combustão, gerando energia mecânica.

O motor a gás é utilizado principalmente em embarcações de pequeno e médio porte, bem como em motores auxiliares. Ele funciona através da mistura de combustível com ar, que é inflamada por uma vela.

Por que reduzir as emissões do transporte aquaviário?

A Organização Marítima Internacional (IMO) é uma agência especializada da Organização das Nações Unidas (ONU) responsável por regular e supervisionar a segurança, a eficiência, a sustentabilidade e a proteção ambiental do transporte marítimo. A IMO tem como objetivo principal reduzir as emissões de gases de efeito estufa do transporte marítimo, contribuindo para o combate às mudanças climáticas.

Atualmente, o transporte marítimo é responsável por cerca de 3% das emissões globais de CO2. No entanto, com o crescimento da demanda por transporte marítimo, as emissões podem aumentar significativamente se não forem tomadas medidas para reduzi-las.

Áreas de Controle de Emissões (ECA)

As áreas de controle de emissões (ECA) são zonas designadas pela Organização Marítima Internacional (IMO) para reduzir as emissões de poluentes atmosféricos das embarcações. As ECA são estabelecidas com base em critérios de vulnerabilidade ambiental e de saúde pública.

Atualmente, existem três tipos de ECA: ECA para óxidos de enxofre (SOx), ECA para óxidos de nitrogênio (NOx) e ECA para ozônio destruidor (ODP).

Mapa das áreas de controle de emissões (ECA) no mundo.

O mapa mostra as áreas de controle de emissões (ECA) estabelecidas pela Organização Marítima Internacional (IMO). As áreas são coloridas de acordo com o tipo de poluente que devem ser controlados: SOx (verde), NOx (laranja) e ODP (azul).

RELATÓRIO DO SUBCOMITÊ COMBUSTÍVEIS MARÍTIMO

COMBUSTÍVEIS DO FUTURO

NOTA TÉCNICA

Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis – Ano 2023

AGOSTO DE 2024

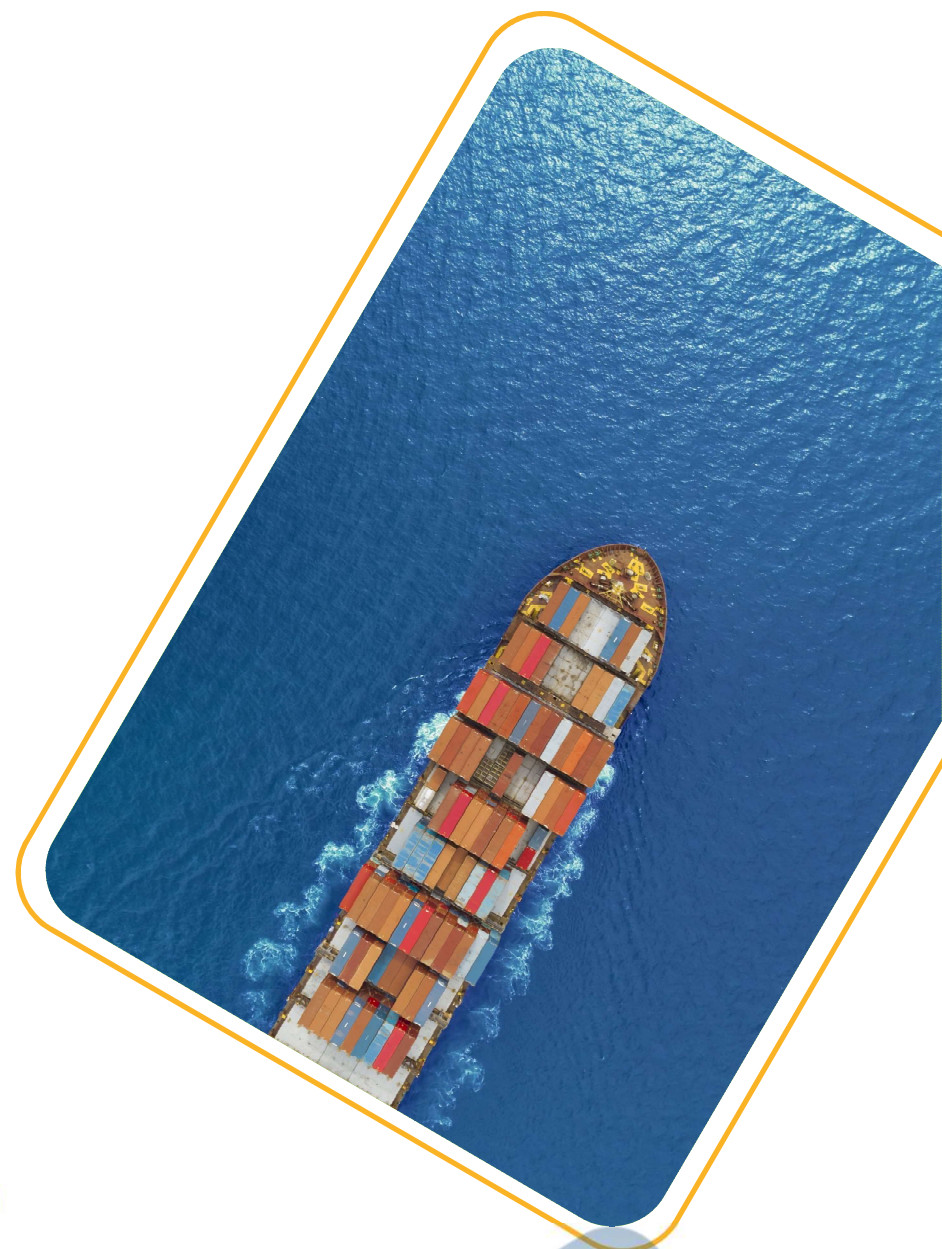
PDE 2034

Plano Decenal de Expansão de Energia 2034

Versão para Consulta Pública

DEMANDA ENERGÉTICA

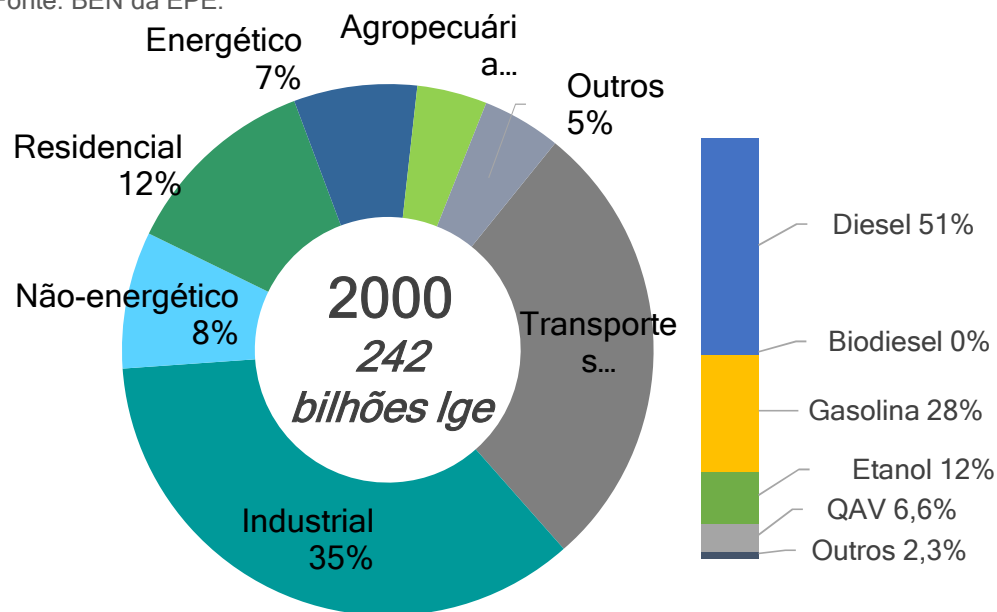
Transporte Aquaviário



Consumo final energético no Brasil

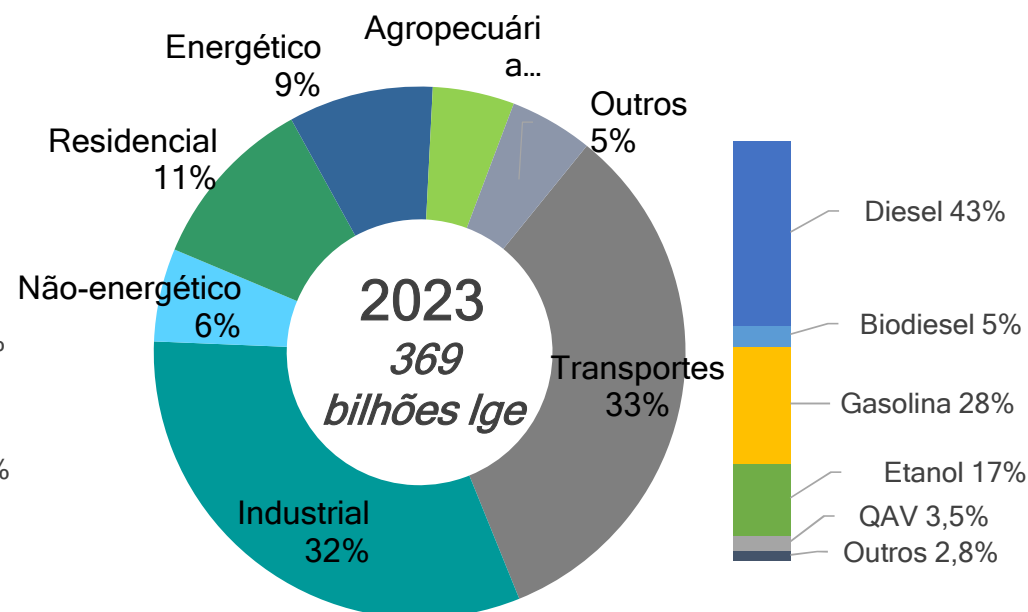
Evolução do consumo final energético e do setor de transportes no Brasil (bilhão lge, %)

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.

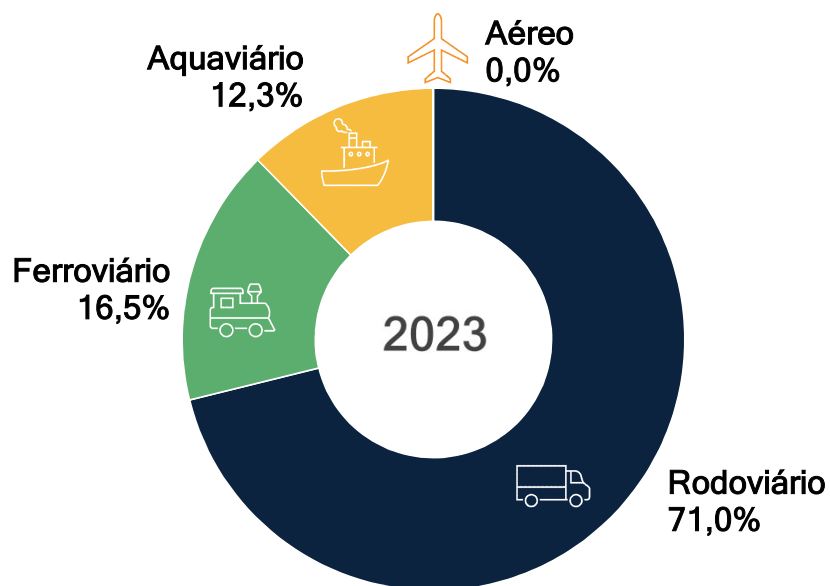
SubGT-04 /Mercado de Combustíveis Marítimos



- 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 (%)



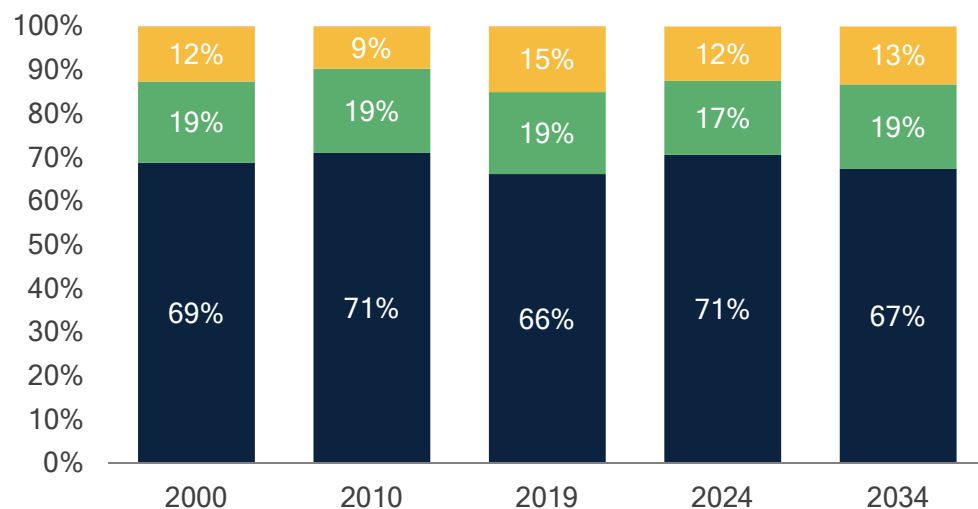
Fonte: O Balanço Energético Nacional associa a demanda energética dutoviária aos setores das respectivas cadeias produtivas. As análises de projeções energéticas do setor de transportes neste caderno não incluem o modo dutoviário.

- 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.

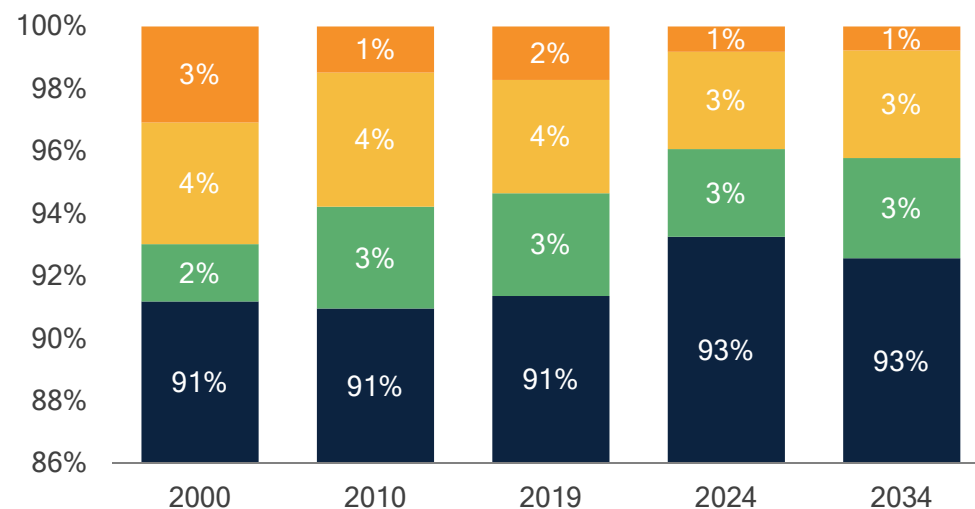
Consumo energético do transporte de cargas brasileiro por modo



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



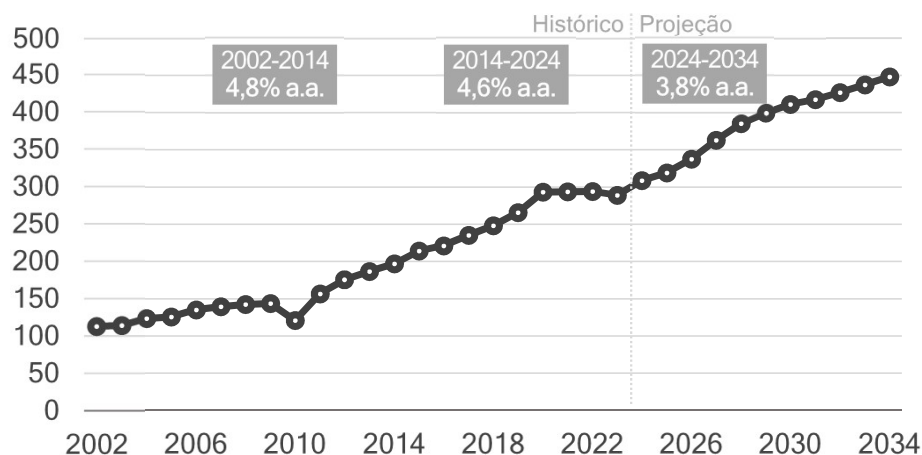
Consumo energético do transporte de cargas brasileiro por modo (%)



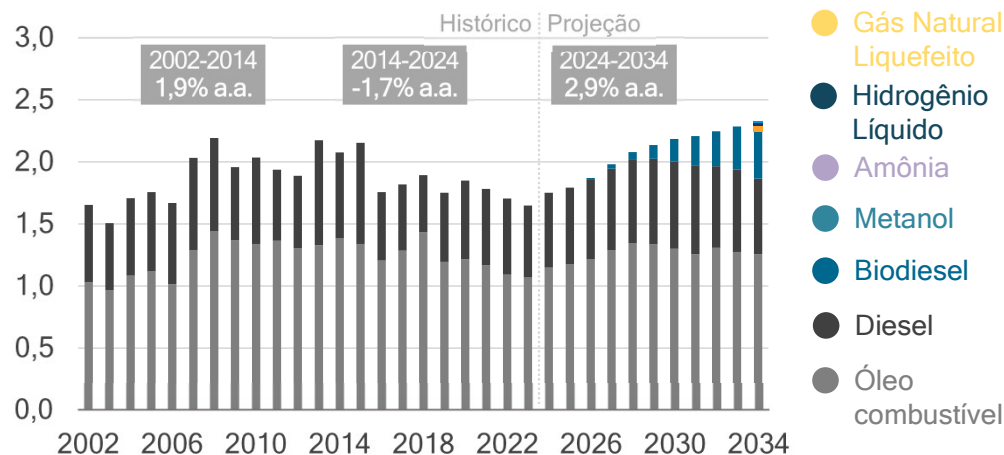
Demanda energética do transporte aquaviário de cargas brasileiro



Atividade do transporte aquaviário de cargas brasileiro (bilhão tku)



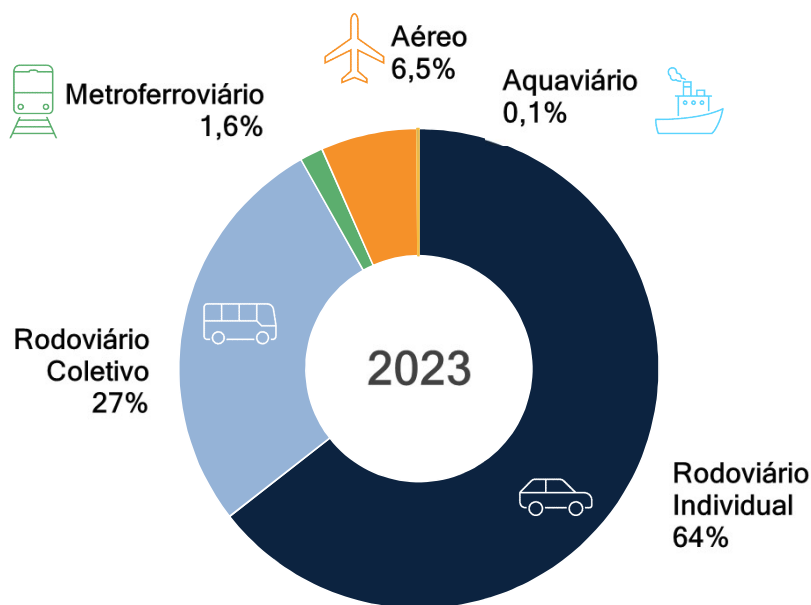
Demanda energética do transporte aquaviário de cargas brasileiro (bilhão lge)



- 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.

Distribuição modal do transporte de passageiros

Atividade do transporte de passageiros brasileiro por modo(%)

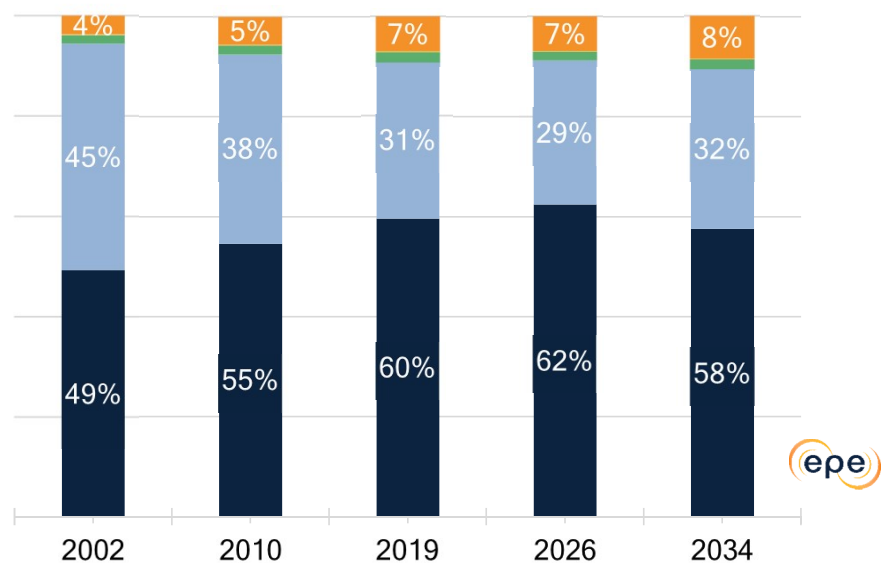


- Uma parcela significativa do deslocamento de pessoas no Brasil é realizada por meio do transporte rodoviário individual.
- A importância do transporte individual cresceu de forma acelerada, especialmente, no começo do século XXI. A estabilização monetária, o crescimento do PIB e da renda permitiram 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.

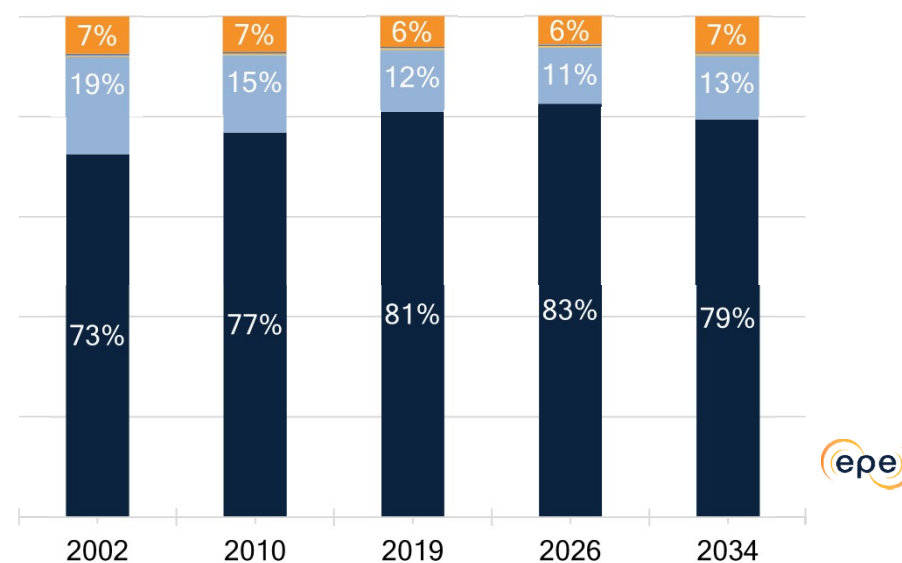
Consumo energético do transporte de passageiros brasileiro por modo



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



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



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

BALANÇO DE OFERTA

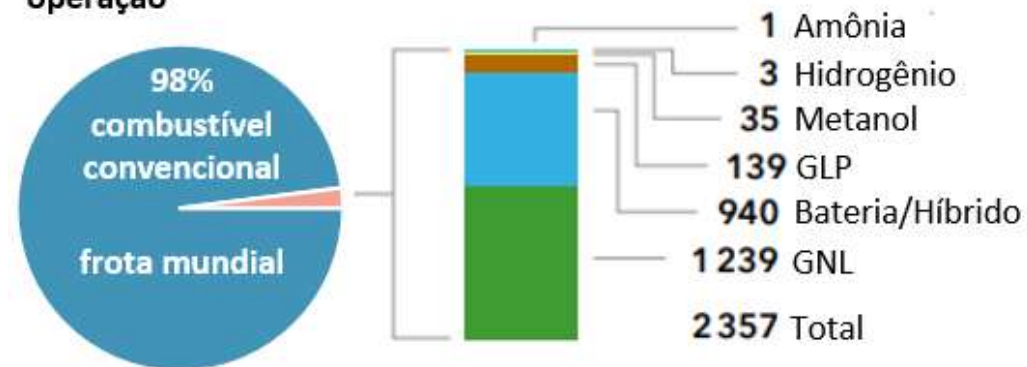
Considerando potencial uso na formulação de combustíveis marítimos



Navios em operação no mundo por tipo de combustível

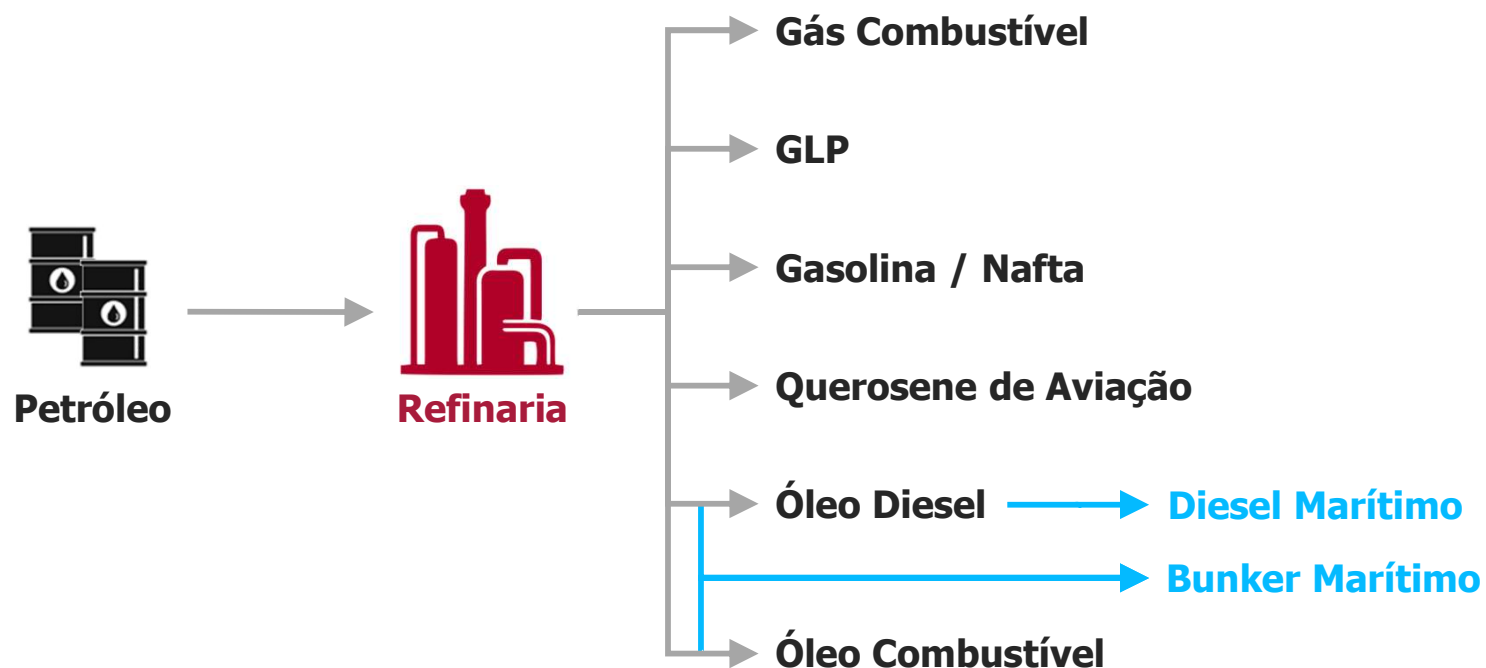
- Atualmente, cerca de 98% das embarcações marítimas são abastecidas por combustíveis marítimos tradicionais, de origem fóssil classificados em duas categorias ([DNV](#), [Petrobras](#)):
 - residuais - uso em motores principais, para propulsão das embarcações de grande porte. São conhecidos como: OCM (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)

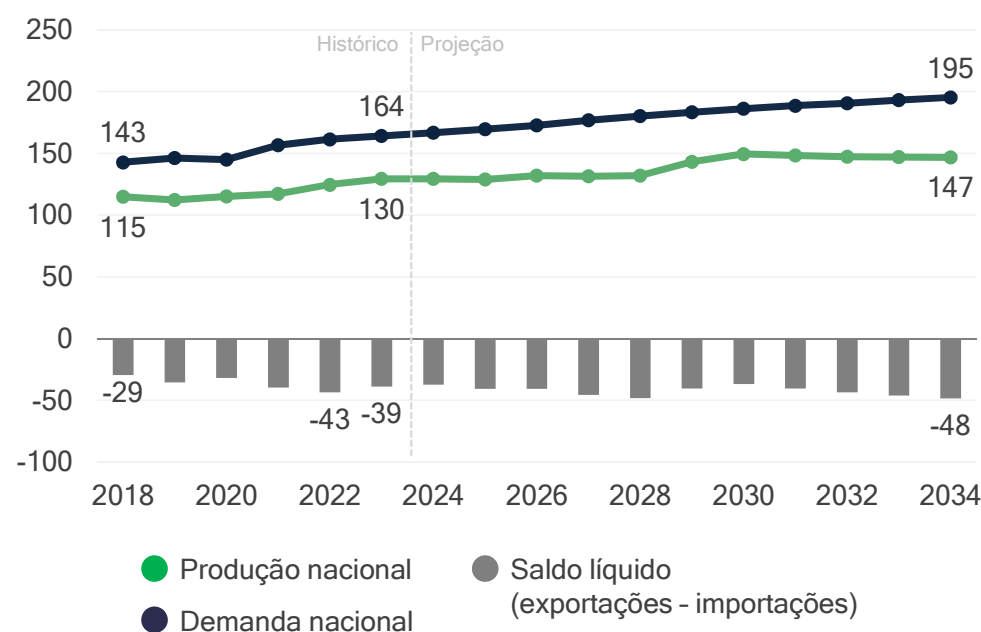
- Utilizado em motores principais, de propulsão, em embarcações de **médio e pequeno porte**, por exemplo, barcos de passeio e de transporte de passageiros.
- Possui requisitos de qualidade diferentes do bunker, em particular, menor viscosidade cinemática e menor massa específica.
- Produzido a partir 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 hidrotreatamento, 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

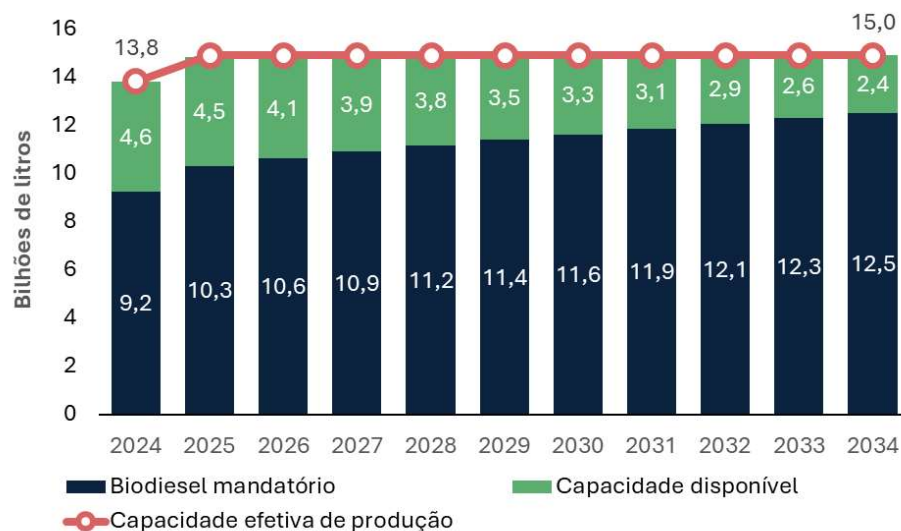


Nota: Inclui óleo combustível marítimo (bunker 0,5%), óleo combustível industrial e de geração termelétrica BTE (1%) e ATE (2%) e óleo combustível de xisto. O fornecimento para rotas internacionais é contabilizado no gráfico como demanda doméstica.

- 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

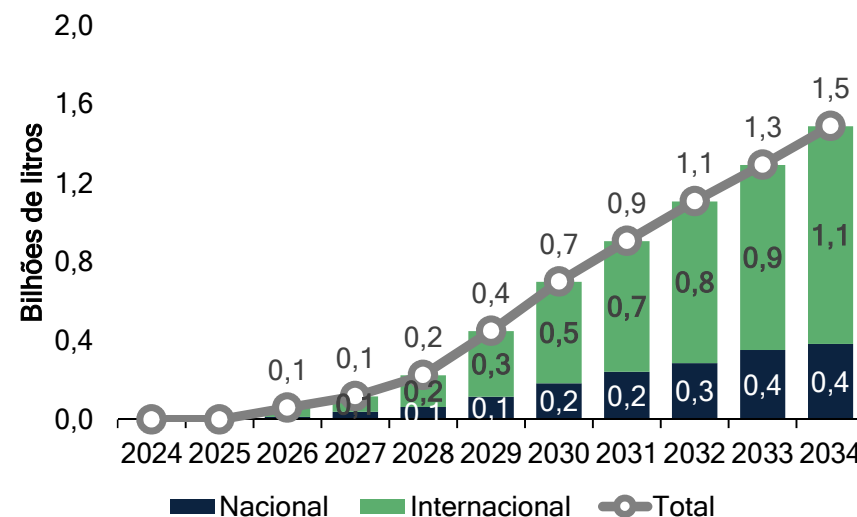
Projeção da disponibilidade de capacidade de produção de biodiesel



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

Fonte: Elaboração EPE

Projeção da demanda de biodiesel para uso aquaviário¹



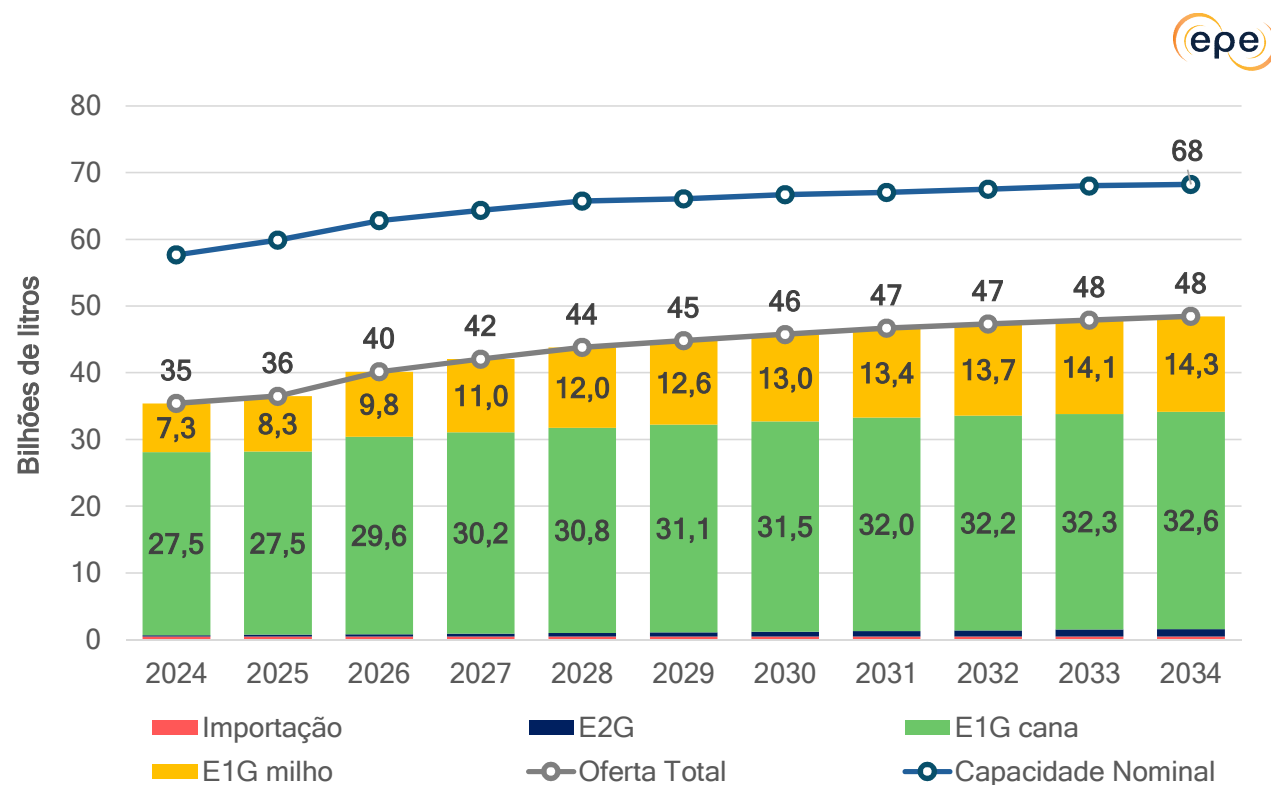
Nota: Aquaviário corresponde às demandas: hidroviária e bunker (doméstico e internacional)

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.

PDE 2034 - Etanol

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.

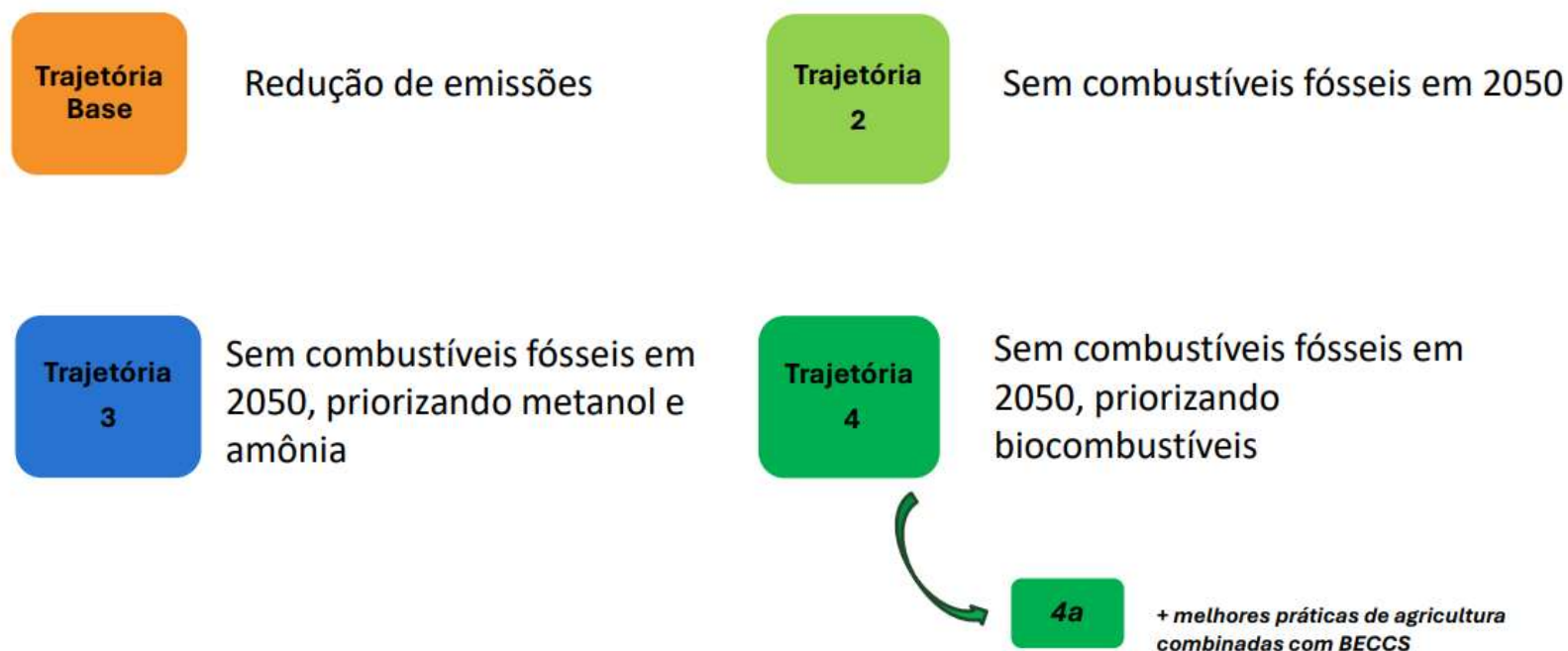
EXERCÍCIO DE TRAJETÓRIAS



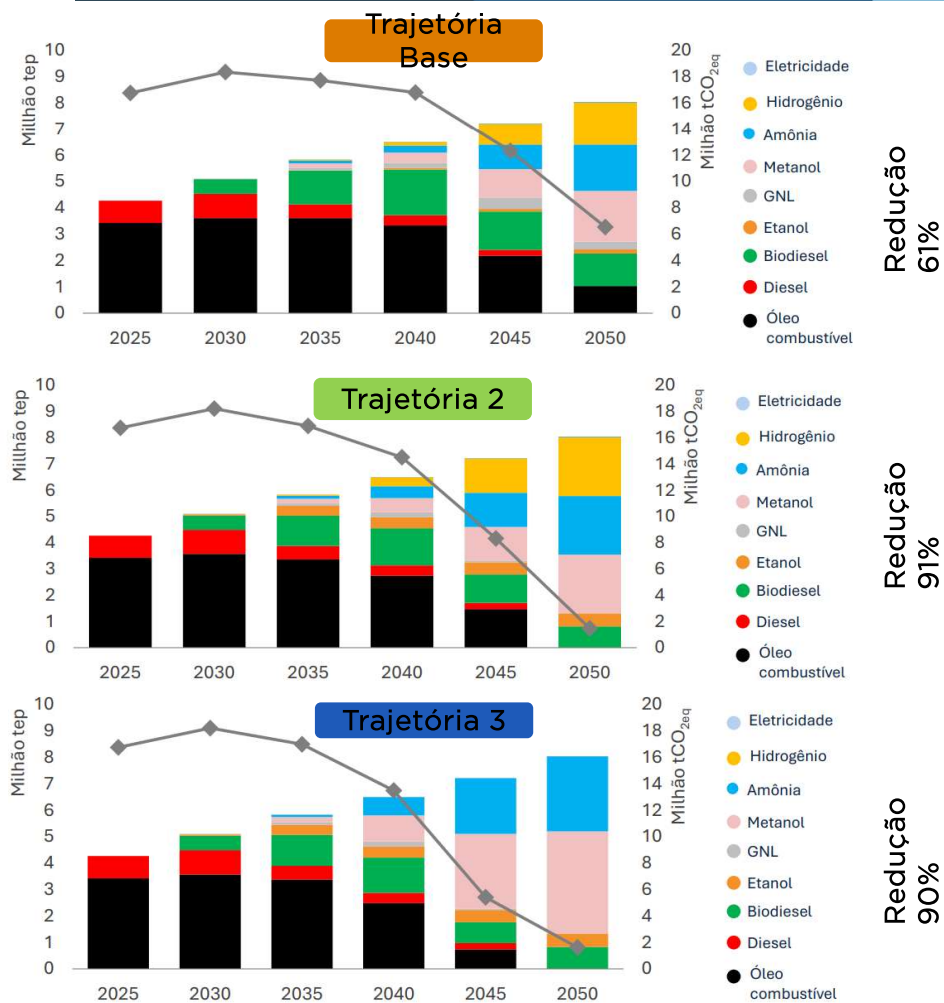
Roadmap Transporte Aquaviário - Trajetórias



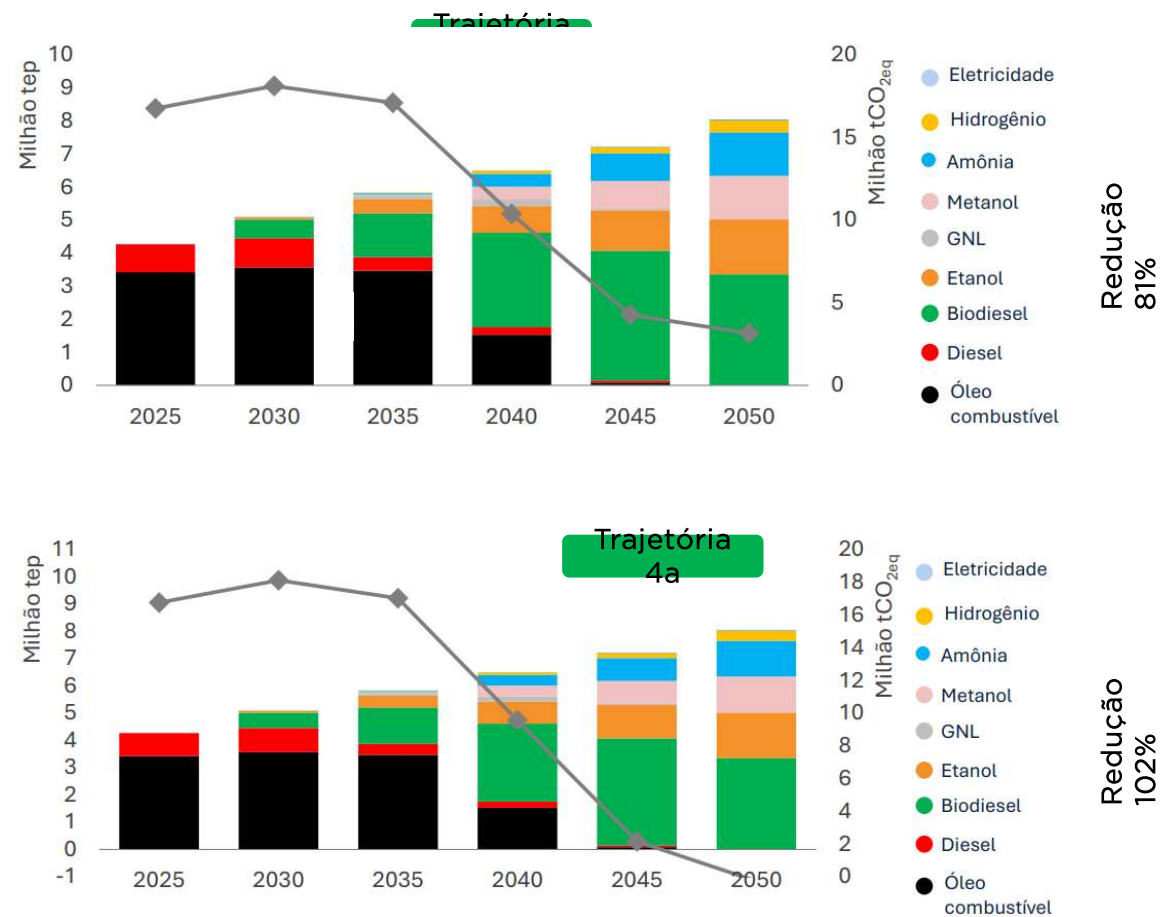
Estas trajetórias contemplam os requisitos de redução de GEE, especificamente a introdução de combustíveis de baixa emissão de carbono (combustíveis alternativos) no período 2024-2050



Roadmap Transporte Aquaviário - Trajetórias



SubGT-04 / Mercado de Combustíveis Marítimos

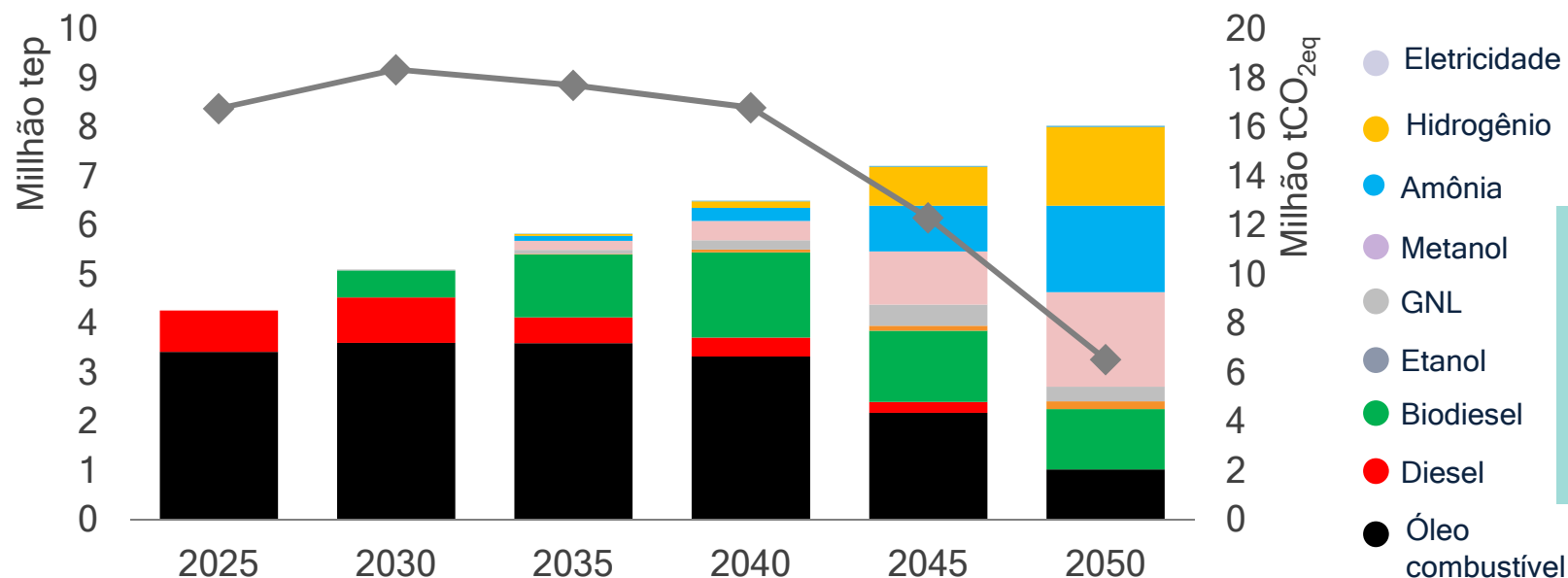


Demanda energética x emissões CO_{2eq}

20

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

Roadmap Transporte Aquaviário – Trajetória Base

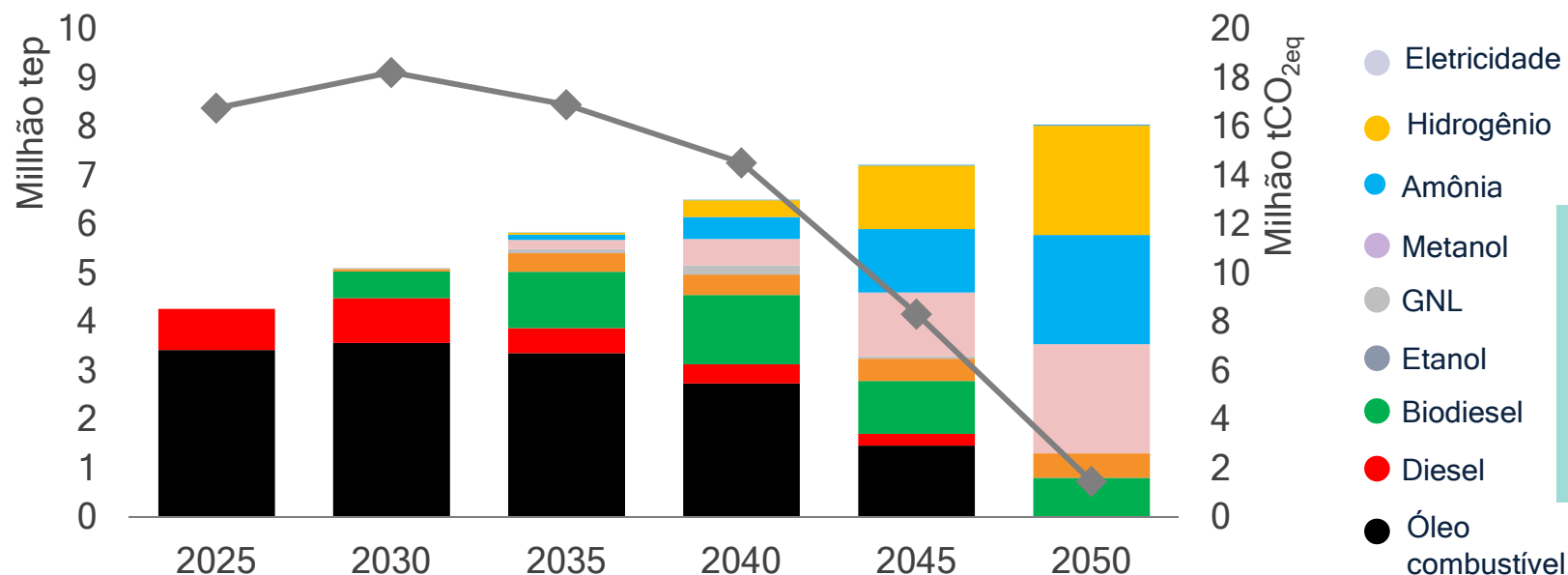


Aumento da demanda energética: 88%

Redução de emissões de GEE: 61%

- 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

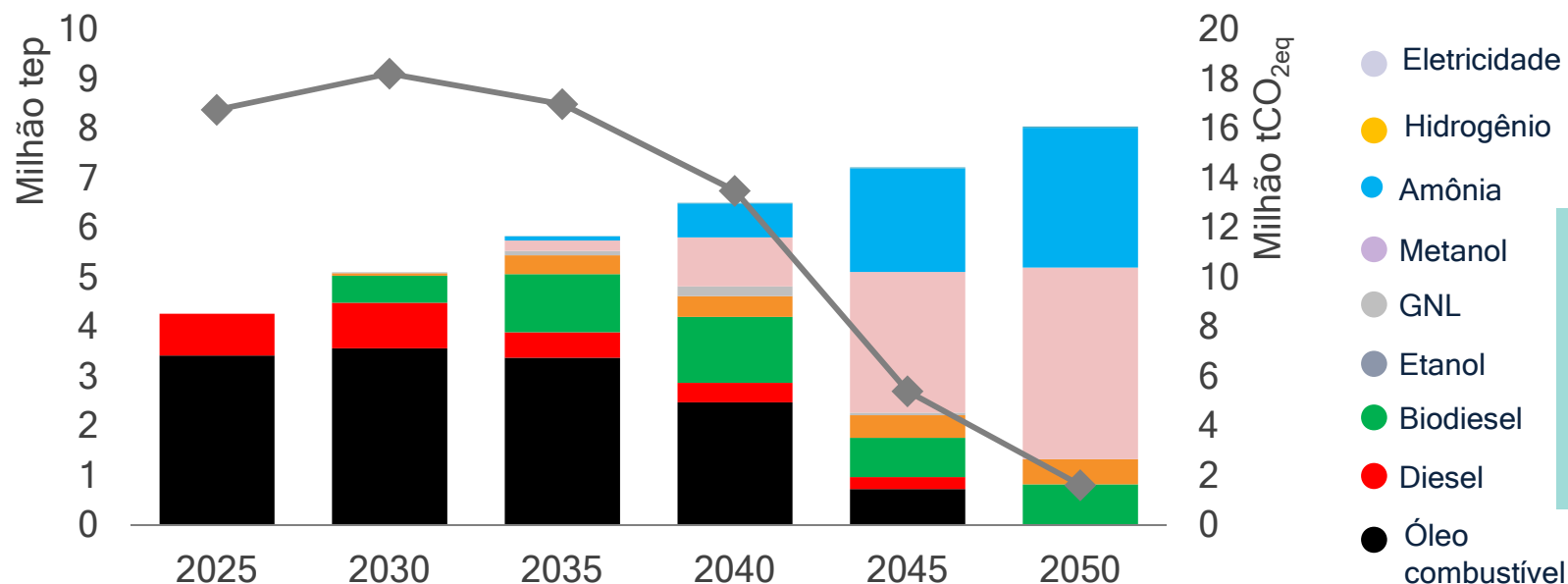


Aumento da demanda energética: 88%

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

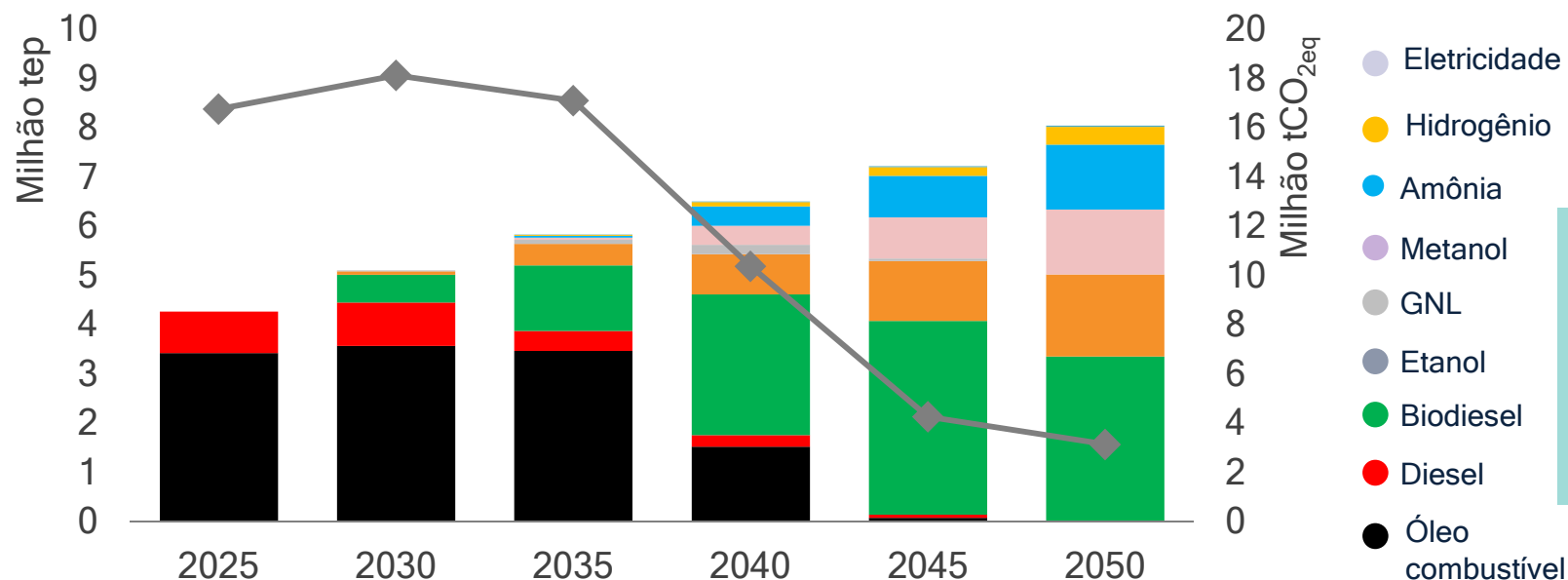


Aumento da demanda energética: 88%

Redução de emissões de GEE: 90%

- 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



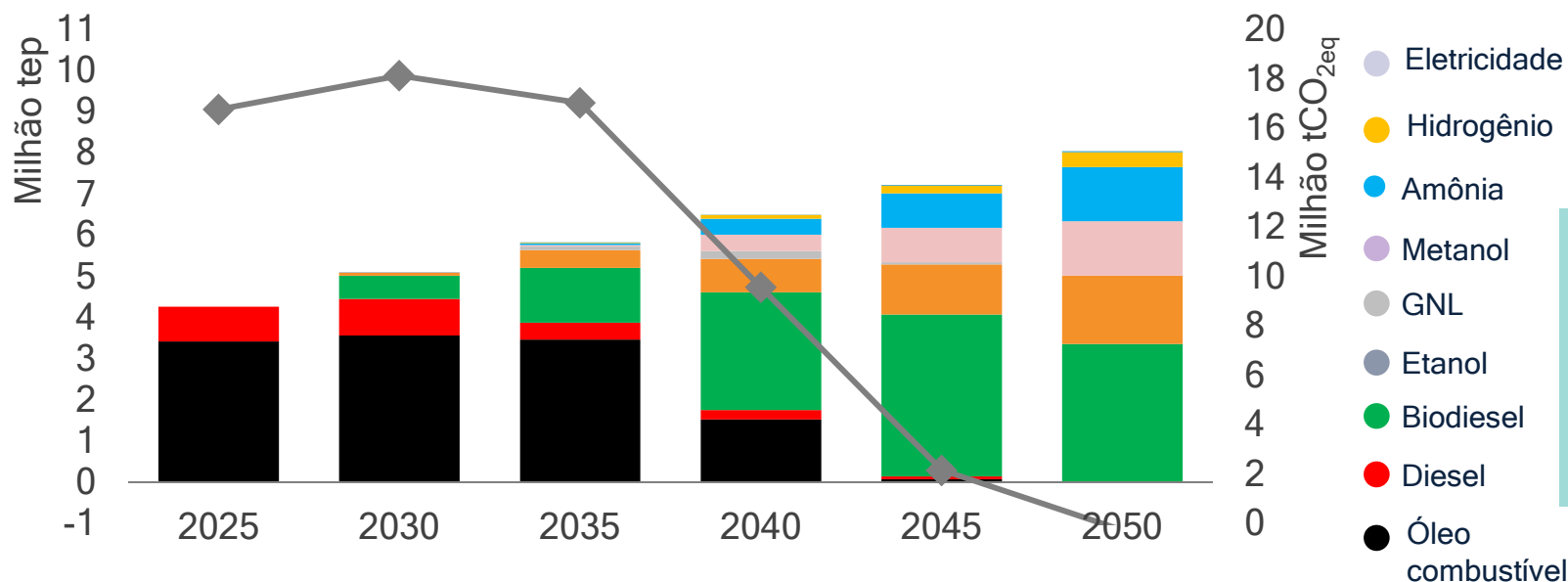
Aumento da demanda energética: 88%

Redução de emissões de GEE: 81%

- 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)



Aumento da demanda energética: 88%

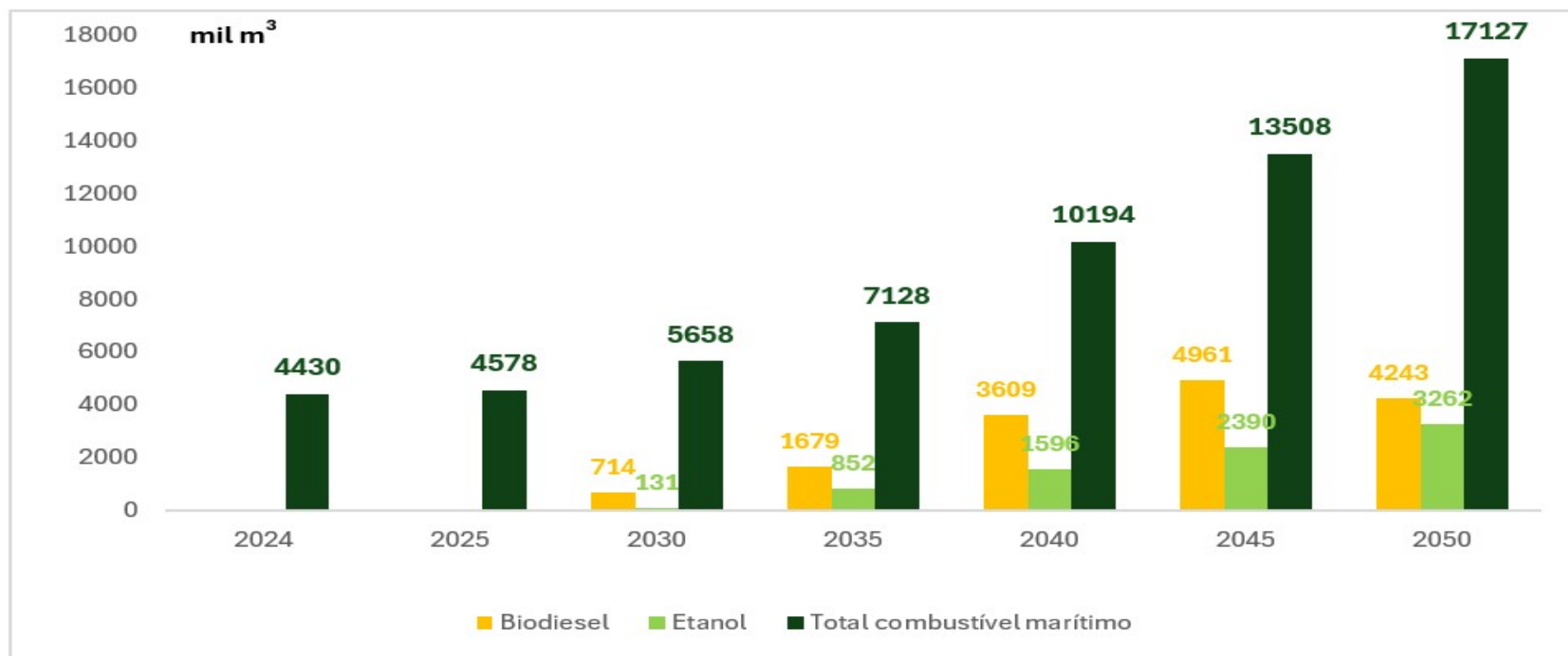
Redução de emissões de GEE: 102%

- 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

Trajetoária 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:

