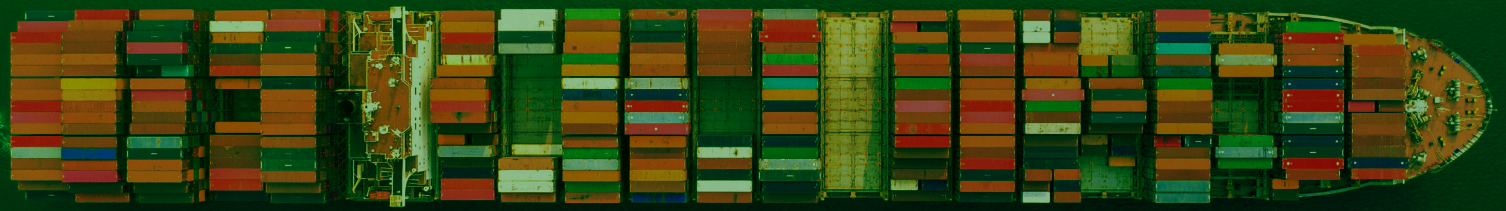


PRINCIPAIS CONCLUSÕES



AQUAVIÁRIO



COALIZÃO DOS TRANSPORTES

COMO TORNAR O SETOR DE TRANSPORTES UM CONTRIBUIDOR
ATIVO PARA A REDUÇÃO DAS EMISSÕES BRASILEIRAS



cebds



motiva

CNT / SEST SENAT / ITL
Sistema Transporte



OBSERVATÓRIO
NACIONAL DE MOBILIDADE
SUSTENTÁVEL
Insper | CENTRO DE
ESTUDOS
AS QUADRES
motiva



CONTEXTO E MOTIVAÇÃO

- A Nova Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil e o Plano Clima representam **oportunidades para posicionar o país como um líder global de descarbonização**, especialmente por ser a sede da COP30, em 2025.
- O setor de transportes é crítico, sendo responsável por **~11% das emissões brutas nacionais (260 Mton em 2023, visão poço à roda¹); ~1,8% das emissões de transportes é proveniente do modo aquaviário.**
- Dado o crescimento esperado para o país, em um cenário de inação, as emissões do modo aquaviário podem atingir **7,3 Mton CO₂e em 2050.**



A COALIZÃO

- A magnitude do desafio exige **mobilização e debate amplo** pelo setor de transportes .
- **Liderada por Motiva, CEBDS, CNT e o Observatório de Mobilidade do Insper**, a Coalizão mobilizou **+50 entidades de 6 verticais**: Mobilidade Urbana, Rodoviário, Ferroviário, Aquaviário, Aeroviário e Infra/Transversalidade.



OBJETIVOS INICIAIS

- O esforço, iniciado em Nov/2024, desenvolvido a partir da **contribuição ativa das entidades da Coalizão e os dados primários** disponíveis até Fev/2025, materializou entregas importantes, como:
 1. Mensuração do baseline de emissões em 2050²;
 2. Mapeamento de 90 alavancas de descarbonização;
 3. Quantificação de impactos para a trajetória de descarbonização.

As conclusões deste estudo resultam de um esforço coletivo em prol da descarbonização sustentável do setor de transportes, com base nas tecnologias e informações atualmente disponíveis, e poderão evoluir com novos avanços futuros.

1. Emissão do setor de transportes calculada com base em outras fontes externas ao SEEG; 2. Baseline 2050 é uma projeção baseada em estimativas de crescimento de passageiros e carga, e visão inercial da matriz de consumo de combustível.

AQUAVIÁRIO – ENTIDADES INTEGRANTES

O presente documento contou com o apoio das seguintes entidades do modo de transporte aquaviário.



COORDENAÇÃO



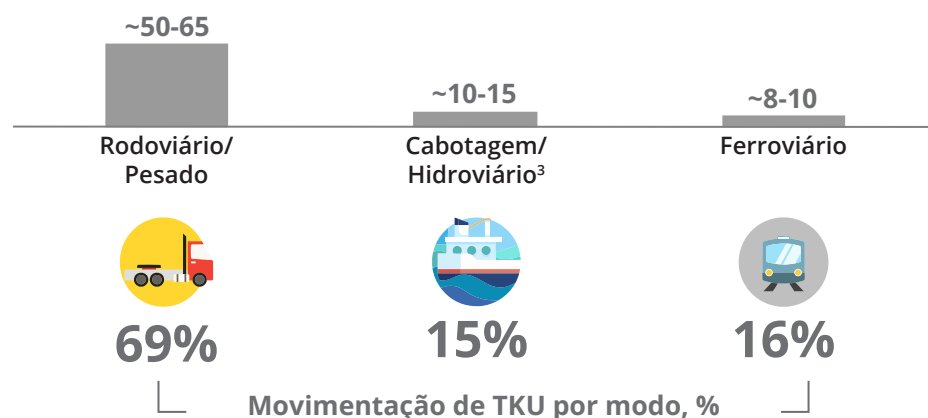
DEMAIS INTEGRANTES



ENTIDADES TRANSVERSAIS CONSULTIVAS

COMPARAÇÃO DO NÍVEL DE EMISSÕES POR MODAL DE CARGA EM 2022¹ (CO₂/TKU)

O modo aquaviário tem natureza menos poluente se comparado ao modo rodoviário (emite cerca de 5x menos CO₂e por TKU). Atualmente, representa **~15% das movimentações de carga nacionais e emite ~1,8%2 do volume de CO₂e de transportes**, o que reforça sua eficiência de emissões.



Matriz de transportes mais eficiente e mais rebalanceada, que explore o potencial de cada modo de forma integrada, é essencial para o desenvolvimento socioeconômico do país.

1. Calculado com base em dados da ANTF e SEEG 2022; 2. Considera ajustes poço à roda (WTW, Well-To-Wheel), mesmo para valores realizados (2023); 3. Cabotagem, Interior Interestadual e Estadual; Fontes: PNL 2035, ANTF, ANTT, SEEG

AS EMISSÕES AQUAVIÁRIAS VÊM PRINCIPALMENTE DO TRANSPORTE, COM MENOR IMPACTO DA INFRAESTRUTURA

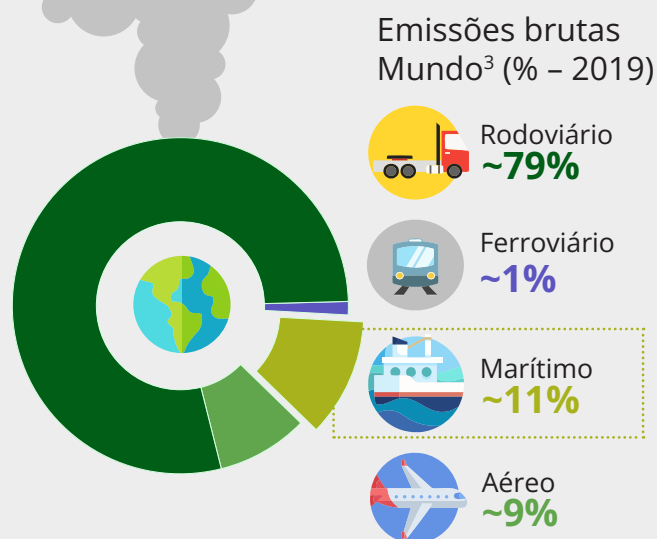
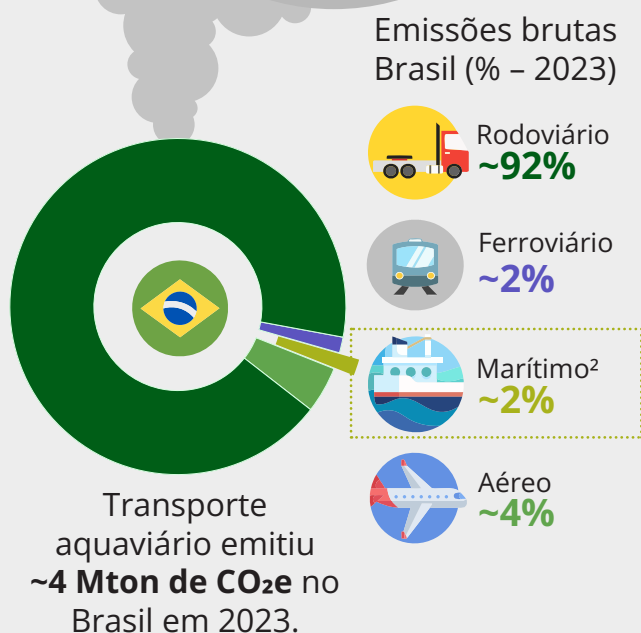
Consumo energético nos maquinários de apoio (ex.: guindastes de cais e pátio)

A maior parte das emissões do setor aquaviário vêm da queima de combustível pelas embarcações. Por isso, o estudo quantitativo² focará nessa categoria e as emissões de estruturas de apoio (portuárias) serão tratadas de forma qualitativa³.



1. Embarcações de transporte e de apoio portuário e marítimo; 2. A aplicação das alavancas considerou a diversidade do setor, abrangendo diferentes tipos de embarcações e empresas, levando em conta suas distintas realidades em termos de porte, recursos e capacidade de absorção das alavancas identificadas; 3. Globalmente, as emissões de portos representam <5% do total de emissões do setor aquaviário e marítimo. Fontes: PNL 2035, ANTF, ANTT, SEEG, OECD.

EMISSIONS¹ DO SETOR AQUAVIÁRIO REPRESENTAM ~1,8% DO TOTAL DE TRANSPORTES NO BRASIL



1. Emissões de transportes reportadas pelo SEEG são restritas à queima de combustíveis; 2. Considera cabotagem e navegação interior, sem long haul; 3. Valor global excluindo Brasil; Fontes: Anfavea; SEEG; CAIT; Climate TRACE.



Indicadores relevantes ajudam no entendimento do panorama atual do modo aquaviário

2023

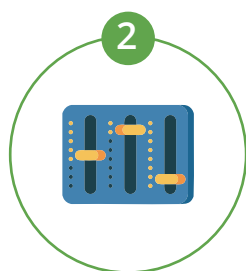


1. Não considera balsas e barcas de apoio e embarcações de passageiros; 2. Cabotagem, interior interestadual e estadual; 3. Indicadas no Estatístico Aquaviário ANTAQ com ID único.

ABORDAGEM | QUATRO ETAPAS PARA DESCARBONIZAÇÃO DO MODO AQUAVIÁRIO



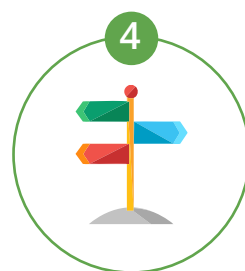
Definição de projeções para o total de emissões do setor, **sem mudanças na participação dos diferentes modos na matriz de transportes;**



Definição de projeções para o total de emissões do setor, **com mudanças na participação dos diferentes modos na matriz de transportes;**



Mapeamento das alavancas para **redução de emissões aplicáveis ao modo de transporte;**



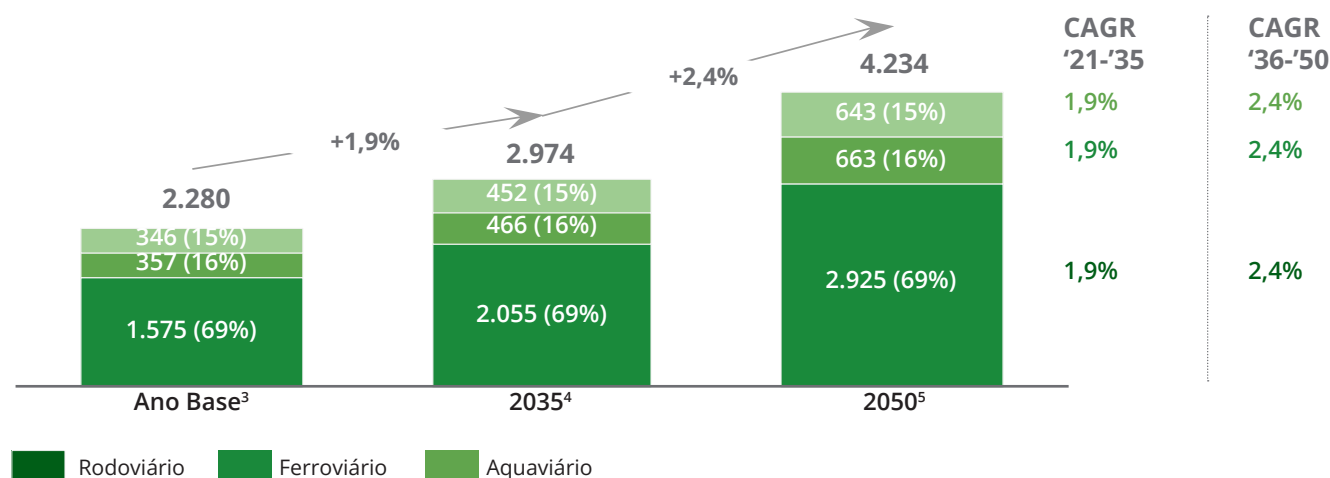
Proposição de possíveis **sensibilidades com base nas alavancas mapeadas.**

1 DEFINIÇÃO DO BAU1 DE EMISSÕES SEM MUDANÇAS NA MATRIZ DE TRANSPORTE

Em um cenário de inação, o total de emissões de transportes chegaria a **~424 Mton CO₂e em 2050**; neste contexto, a representatividade dos modais na matriz de transportes nacional se manteria inalterada (aquaviário permaneceria com ~15%).

EVOLUÇÃO DA MATRIZ DE CARGAS¹

Cenário de inação (Bilhões de TKU, %)



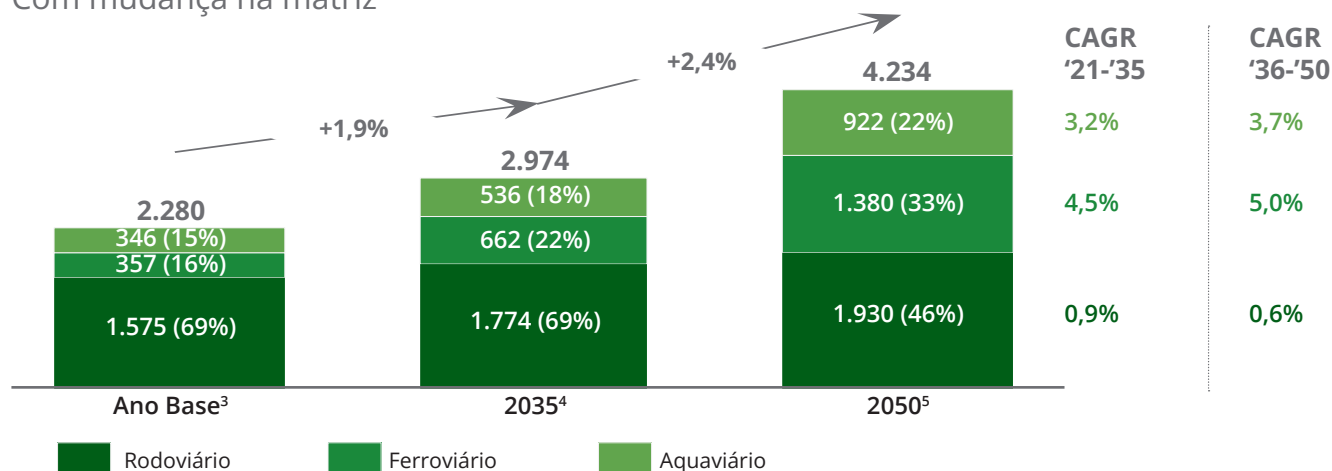
1. Plano Setorial de Transporte Rodoviário (PSTR); Plano Setorial de Transporte Ferroviário (PSTF); 2. PNL 2035 – Plano Nacional de Logística; 3. Ano-base = 2021, sendo PNL projetado ao respectivos CAGRs do cenário referencial versus 2017. 4. Valores de TKU 2035 são referentes ao cenário PSR1 do PSTR e de PAX são oriundos do cenário referencial da matriz de passageiros do PNL 2035. 5. TKU projetado a PIB com share do cenário PSR3 do PSTR e PAX projetado a crescimento de população sem mudança de share; 6. O modo aeroviário é pouco representativo em carga transportada versus o total; 7. Passageiros informados no PNL contempla somente fluxos intermunicipais e interestaduais, não considera passageiros dentro dos centros urbanos. Fontes: Infra S.A; Ministério dos Transportes; Ministério da Infraestrutura.

2 DEFINIÇÃO DO BAU¹ DE EMISSÕES COM MUDANÇAS NA PARTICIPAÇÃO DOS MODOS DE TRANSPORTE

Na segunda etapa, foi explorado um cenário alternativo no qual a participação do aquaviário na matriz de transportes poderia ser ampliada, o que já seria capaz de gerar impactos de redução de emissões em função do menor fator de emissão relativo (gCO₂/TKU) deste modo vs outros mais emissores.

EVOLUÇÃO DA MATRIZ DE CARGAS¹

Com mudança na matriz

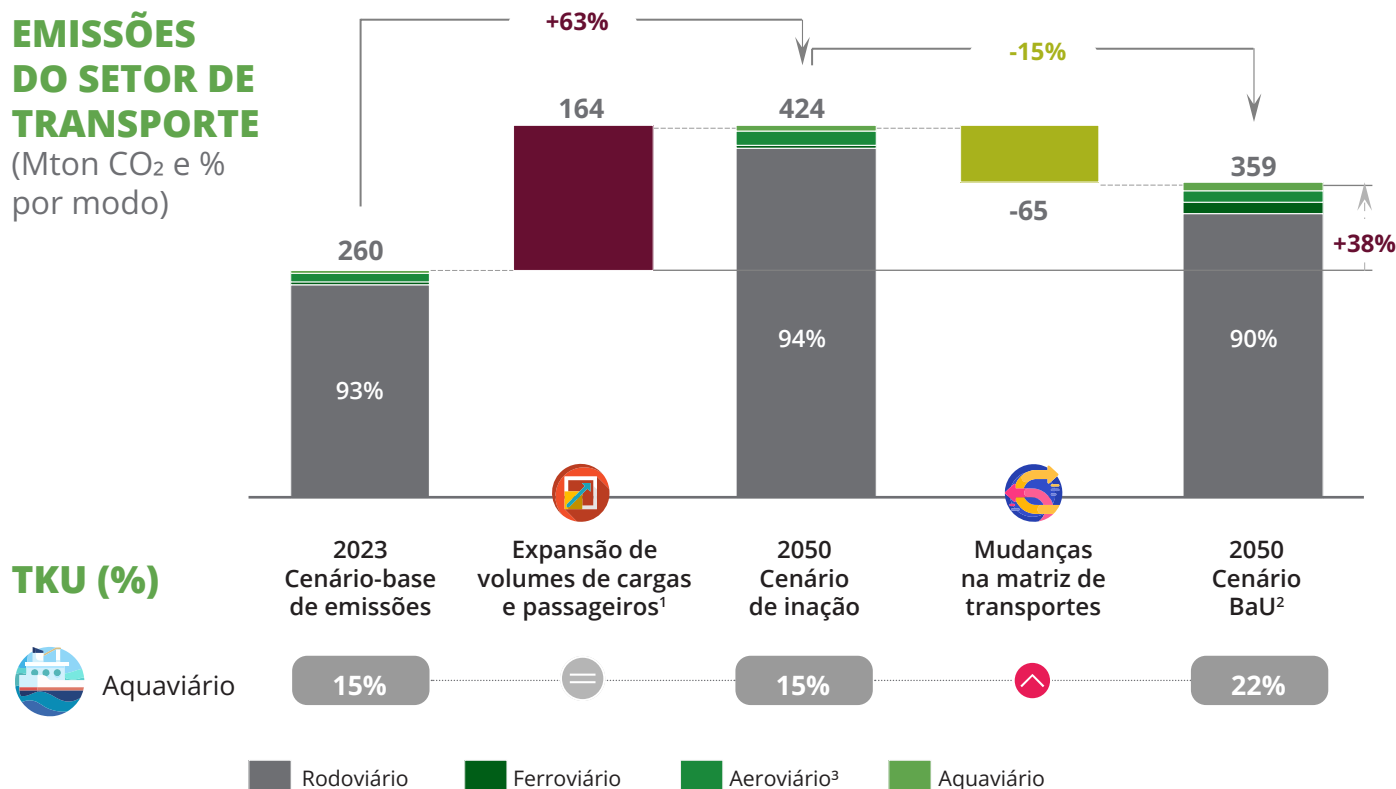


1. Plano Setorial de Transporte Rodoviário (PSTR); Plano Setorial de Transporte Ferroviário (PSTF); 2. PNL 2035 – Plano Nacional de Logística; 3. Ano-base =2021, sendo PNL projetado aos respectivos CAGRs do Cenário Referencial versus 2017. 4. Valores de TKU 2035 são referentes ao cenário PSR1 do PSTR e de PAX são oriundos do cenário da referencial da matriz de passageiros do PNL 2035. 5. TKU projetado a PIB com share do cenário PSR3 do PSTR e PAX projetado a crescimento população sem mudança de share; 6. Passageiros informados no PNL contempla somente fluxos intermunicipais e interestaduais, não considera passageiros dentro dos centros urbanos; 7. Modo aeroviário é pouco representativo em carga transportada versus total. Fontes: Infra S.A; Ministério dos Transportes; Ministério da Infraestrutura.

Em resumo, o balanceamento na matriz de transportes brasileira mitigaria cerca de 15% (considerando a mudança de matriz prevista nos modos ferroviário e aquaviário) do volume esperado de emissões de CO₂ até 2050:

EMISSIONES DO SETOR DE TRANSPORTE

(Mton CO₂ e % por modo)



1. Aumento de emissões devido a crescimento esperado da demanda de TKU e passageiros até 2050; 2. Business-as-usual; 3. Emissões do modo aeroviário não estão relacionadas ao transporte de cargas, apenas ao de passageiros.

3 MAPEAMENTO DE ALAVANCAS PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES

Após a apresentação da matriz de transportes, foram identificadas pelo grupo de trabalho alavancas com potencial de reduzir emissões no modo aquaviário.

Tais alavancas foram mapeadas em três grandes blocos, conforme descrito a seguir. Para cada uma delas, foi realizada uma análise¹ de viabilidade qualitativa e apresentadas referências locais e globais que ilustram a respectiva aplicação.

1. O detalhamento completo das viabilidades e referências encontra-se no documento completo do modo Aquaviário, que pode ser acessado via QR Code ao final desse material.

ALAVANCAS PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES

no modo aquaviário



EFICIÊNCIA



BIOCOMBUSTÍVEIS



ELETRIFICAÇÃO
E POWER-TO-X



EFICIÊNCIA

Alavancas – Embarcações

- 1 Adoção de **materiais e tecnologias inovadoras** na construção e funcionamento das embarcações para **melhorar o design e o desempenho hidrodinâmico**.
- 2 **Otimização inteligente de rotas e alocação de frota**, reduzindo distâncias médias percorridas.
- 3 **Reduzir e controlar a velocidade média das embarcações** para reduzir o consumo de combustível e otimizar a eficiência energética.
- 4 Utilizar outras **soluções técnicas de apoio** à redução de emissões, como **recuperação do calor residual, sistema de arrefecimento líquido**, entre outros.
- 5 Integrar tecnologias de **propulsão à vela elétricas (WAPs)** para complementar a **motorização tradicional**.
- 6 **Aumento do tamanho das embarcações e/ou composições**, diminuindo o número de viagens necessárias.
- 7 **Maximizar a capacidade de uso das jornadas** (Stowage Factor), reduzindo o número de viagens e **melhorando o aproveitamento da frota**.

Fontes: EPE; IMO; Trafigura; Transpetro (RI).

Alavancas – Infraestrutura de Portos (1/2)

- 1 **Viabilização da infraestrutura e facilitação de acesso, reduzindo o tempo médio de espera e atracação**, dada a construção de mais terminais/berços ou terminais/berços maiores.
- 2 Implementação de **medidas de facilitação do comércio, diminuindo o tempo de permanência das cargas** nos portos.
- 3 Construção e oferecimento de **estruturas de OPS (on-shore power supply) às embarcações¹**.
- 4 **Otimização da gestão de atracação das embarcações** através da utilização de ferramentas de inteligência de dados.

1. OPS = fornecimento de energia em terra que permite que os motores auxiliares das embarcações sejam desligados enquanto estão atracadas. Fontes: Maersk; EPA; Website Portos; ANTAQ; MPor.

Alavancas – Infraestrutura de Portos (2/2)

- 5 Implementação de **estratégias de otimização dos sistemas de apoio**, como iluminação automatizada e gestão de água e resíduos.
- 6 **Renovação da frota de apoio (veículos e maquinário) por modelos mais novos e eficientes** em consumo energético.

Fontes: Maersk; EPA; Website Portos; ANTAQ; MPor.



BIOCOMBUSTÍVEIS

Alavancas – Embarcações

- 1 **Intensificação do uso de biodiesel (FAME)** como alternativa ao diesel fóssil ou bunker, ou como componente de mistura.
- 2 Utilização de **biogás natural liquefeito (Bio-GNL) como fonte energética** das embarcações.
- 3 **Uso de outros biocombustíveis – como etanol, biometanol e HVO** – como fontes energéticas alternativas à matriz atual.
- 4 **Substituição do uso de bunker HFO por bunker LFO ou uso de amônia** (menor pegada de carbono versus opções atualmente usadas) **e GNL** (gás natural liquefeito).

Fontes: EPE; IMO; ANAP; Ministério de Minas e Energia.

Alavancas – Infraestrutura de Portos

- 1 **Uso de combustíveis limpos na frota e no maquinário de apoio** (ex.: caminhões à base de GNL ou biodiesel)
- 2 **Oferecimento de opções de abastecimento de combustíveis limpos às embarcações**, como tanques criogênicos para GNL, estruturas de abastecimento de biodiesel, entre outras

Potencial intensificação do uso de biocombustíveis para redução da pegada de carbono pode ser aplicada desde que seja constatada a viabilidade técnica, mecânica, operacional e laboratorial do referido insumo energético, bem como respeitada a diversidade de matrizes e especificidades regionais

Fontes: Maersk; EPA; Website Portos; ANTAQ; MPor.



ELETRIFICAÇÃO E POWER-TO-X

Alavancas – Embarcações

- 1 **Utilização de combustíveis sintéticos (PtX: PtL e PtG¹), como e-metano, e-metanol e e-amônia**, produzidos a partir de hidrogênio verde, eletricidade renovável e CO₂ capturado
- 2 **Utilização de modelos híbridos (ou elétricos) para pequenas embarcações ou embarcações de baixa distância**, em substituição aos combustíveis fósseis e com menor emissão de CO₂
- 3 A utilização direta de **hidrogênio verde em células de combustível** oferece uma alternativa carbono zero e eficiente

Alavancas podem ser aplicadas desde que seja constatada a viabilidade técnica e operacional das respectivas soluções

1. PtX: Power-to-X, PtL: Power-to-Liquid e PtG: Power-to-Gas. Fontes: EPE; IMO; CBO; CNN; RMI; Flagships Project.

Alavancas – Infraestrutura de Portos

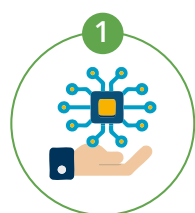
- 1 **Uso de energia renovável nas operações portuárias e administrativas** dos grupos (ex.: uso de energia solar/eólica nos escritórios, para iluminação do porto etc.).
- 2 **Hibridização ou eletrificação da frota de veículos e maquinário de apoio portuário** (ex.: caminhões e guindastes de pátio e de cais 100% elétricos).

Alavancas podem ser aplicadas desde que seja constatada a viabilidade técnica e operacional das respectivas soluções.

Fontes: Maersk; EPA; Website Portos; ANTAQ; MPor.

4 PROPOSIÇÃO DE SENSIBILIDADES BASEADAS NAS ALAVANCAS MAPEADAS

Por último, foram propostas sensibilidades para avaliar o impacto de diferentes caminhos de descarbonização:



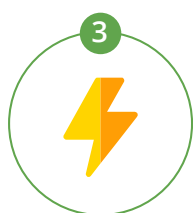
Tecnologias atuais

Restrito à aplicação de alavancas de eficiência e ao cumprimento de exigências regulatórias;



Intensificação de Biocombustíveis

Predominância da aplicação de alavancas de intensificação do uso de biocombustíveis;



Aceleração da Eletrificação/Power-to-X

Predominância da aplicação de alavancas de aceleração da eletrificação/power-to-x da frota de embarcações;



Transformacional

Combinação de esforços considerando as alavancas das sensibilidades 1, 2 e 3 para alcance mais próximo de emissões líquidas zero.



TECNOLOGIAS ATUAIS



TRANSFORMACIONAL



Eficiência em Portos

Todas as alavancas de eficiência aplicadas

Eficiência em Transporte

Todas as alavancas de eficiência aplicadas



Uso de biodiesel

-
- Uso do B20 no **diesel** a partir de 2030, atingindo **B24 em 2040**.
- Uso do **B24 no bunker a partir de 2030**
- Atinge 7% da matriz em 2050.

Uso de GNL e bio-GNL

-
- **Combustível de transição** entre atuais e biocombustíveis e PtX.
- Representa 4% da matriz em 2050.

Substituição do HFO pelo LFO

- Igual ao baseline – substituição gradual, com LFO **atingindo 50% do bunker em 2050**.
- Substituição mais acelerada, com **LFO atingindo 100% do bunker em 2050**.

Outros combustíveis com menor pegada de carbono

-
- **Entrada gradual de amônia** (6%), **biometanol** (18%), **etanol** (15%) na matriz.
- Amônia **abrindo espaço para soluções PtX** a partir de 2040.

RESULTADOS DAS SENSIBILIDADES EM IMPACTO EM EMISSÕES



TECNOLOGIAS ATUAIS



TRANSFORMACIONAL



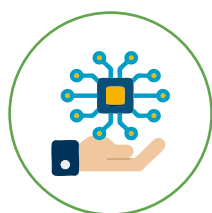
Soluções de PtX -

Uso de soluções à
bateria (híbridos) -

- **Entrada gradual** de soluções de PtX (e-amônia e e-metanol).
- **Atinge 20% da matriz energética (MJ) em 2050.**
- Foco em **embarcações de apoio e empurradores híbridos.**
- 7% da frota de apoio e interior híbrida em 2050 (214 embarcações).

1. Apenas as alavancas para as quais foram encontradas referências numéricas foram quantificadas; 2. Matriz = matriz energética (MJ), não considera o consumo proveniente de eletricidade; 3. Potencial intensificação de biocombustíveis para redução da pegada de carbono pode ser aplicada desde que seja constatada a viabilidade técnica, mecânica, operacional e laboratorial do referido insumo energético, bem como respeitada a diversidade de matrizes e especificidades regionais. Fontes: EPE; Entrevistas com experts setoriais; Clarkson; ANTAQ; DVN; RMI; Mpor.

Como consequência da implementação das alavancas mapeadas, as emissões absolutas do setor podem **ser reduzidas até ~3,1 Mton CO₂e** (-32% vs. 2023) na sensibilidade transformacional em 2050.

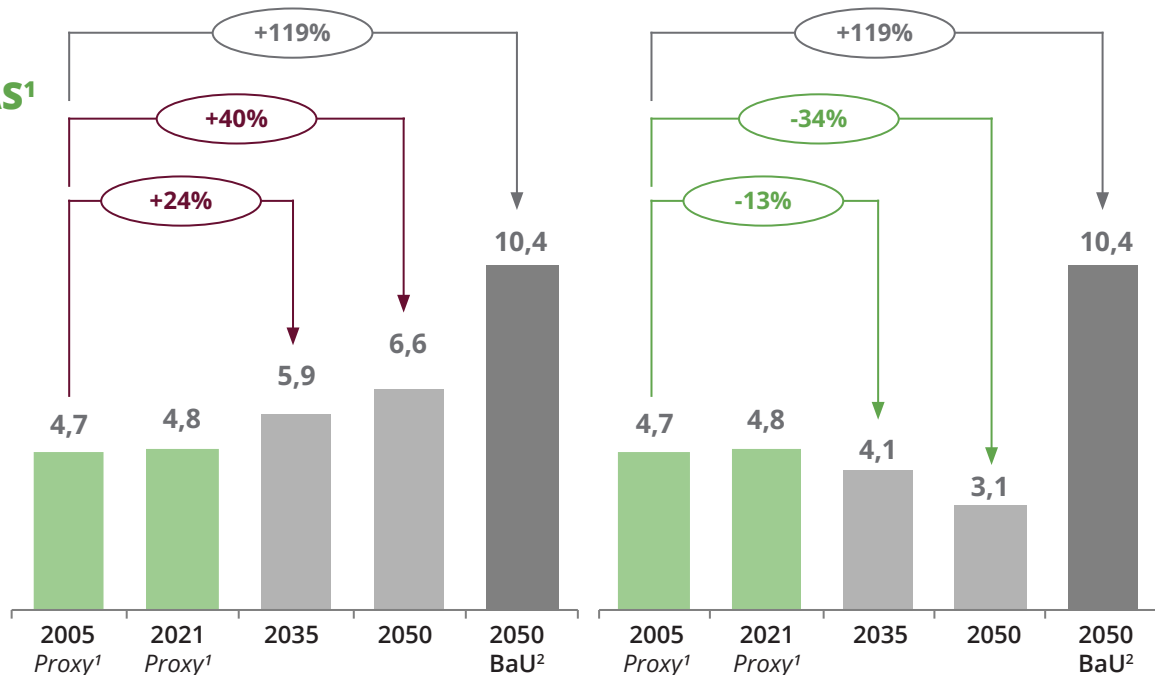


TECNOLOGIAS ATUAIS



TRANSFORMACIONAL

EMISSIONES ABSOLUTAS¹
(MtCO₂e)



TKU (B)

346 536 922 922

346 536 922 922

1. A emissão SEEG foi ajustada por um fator de emissões do poço ao tanque (WTT) / emissões do tanque à roda (TTW) do modo, sendo que os valores de 2005 e 2021 refletem os números reportados pelo SEEG (e não aqueles modelados através do PnL); 2. BaU = Business-as-usual. Fontes: EPE; Entrevistas com experts setoriais; Clarkson; ANTAQ; DVN; RMI; Mpor



EXEMPLOS ILUSTRAM COMO HABILITADORES AJUDAM A VIABILIZAR ALAVANCAS DE DESCARBONIZAÇÃO

MONITORAMENTO DE PERFORMANCE DE SUSTENTABILIDADE



Exigência de reporte de Índice de Eficiência Energética (EEXI), que avalia o design dos navios, e o Indicador de Intensidade de Carbono (CII), que monitora a intensidade de carbono operacional.

É estratégico garantir o contínuo alinhamento da metodologia de cálculo de emissões do Brasil às diretrizes da IMO para garantir convergência e consistência internacional.

INVESTIMENTO PÚBLICO PARA VIABILIZAR EXPANSÃO DO MODO AQUAVIÁRIO



R\$ 60M para construção do Terminal Hidroviário de Macapá, com objetivo de potencializar o transporte de cargas e passageiros, que por si só tem natureza mais sustentável.

EXPANSÃO DE TERMINAIS PRIVADOS

O número crescente de terminais privatizados, aumento de ~44% nos últimos 13 anos⁴, fomenta tendência de crescimento de um modo mais sustentável, contribuindo para a matriz de transportes mais limpa.

INCENTIVO DE INVESTIMENTOS NA CABOTAGEM E TRANSPORTE AQUAVIÁRIO INTERIOR



Por meio da simplificação de regras e do aumento das possibilidades de contratação do transporte aquaviário, busca-se ampliar a oferta, fomentar a competitividade e estimular investimentos em operações e infraestrutura.

MECANISMOS TANGÍVEIS PARA FOMENTO AO FINANCIAMENTO PRIVADO



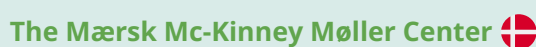
Fundo de €420M que oferece empréstimos a operadores para substituição ou modernização de embarcações que usam combustíveis verdes³.

ESTÍMULO A INVESTIMENTOS PÚBLICOS EM DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO



R\$ 12 bilhões aprovados para modernização do setor, incluindo o primeiro projeto de conversão de motores de embarcações de apoio marítimo para uso de etanol brasileiro.

FERRAMENTAS CONCRETAS DE FINANCIAMENTO PARA FOMENTO À P&D² PELO SETOR PRIVADO



Parceria entre Maersk, universidades e o governo para P&D² de H₂ verde e amônia.

1. Regulação ainda na etapa de formulação, não foi aprovada; 2. P&D = Pesquisa e Desenvolvimento; 3. Como GNL, metanol, amônia, hidrogênio verde ou embarcações elétricas; 4. 2023 vs. 2010. Fontes: Ministério da Educação; Zero Carbon Shipping Initiative; Maersk; Governo do Amapá – página de notícias; FINEP; Green Shipping Fund; Petrobras; ANTAQ; Mpor

AMBICIONAMOS UM CRESCIMENTO SUSTENTÁVEL PARA O MODO AQUAVIÁRIO

Considerando o crescimento previsto para o setor, o modo aquaviário deve alcançar **22% do TKU transportado em 2050 (vs 16% em 2023)** enquanto emissões de CO₂e devem representar apenas ~2% do total de transportes do Brasil na sensibilidade transformacional no mesmo ano (vs ~1,8% no ano-base).



Conclusões ambicionadas pelo trabalho em direção ao modo Aquaviário no Brasil em 2050:

AQUAVIÁRIO ATUAL¹

 **~16% DO TKU NACIONAL** transportado pelo modo aquaviário (equivalente a ~368 B de TKU).

 **~0 B L DE BIOCOMBUSTÍVEIS** consumidos, com a matriz focada no uso de opções fósseis.

 **<1% DE EMBARCAÇÕES HÍBRIDAS** compoendo a frota, com poucas exceções recém implementadas.

 **~0% DA FROTA UTILIZANDO PTX⁴** ou outras soluções H₂ de baixo carbono.

AQUAVIÁRIO FUTURO²

 **~22% DO TKU NACIONAL** transportado pelo modo (equivalente a ~922 B de TKU).

 **~1,0 B L DE BIOCOMBUSTÍVEIS** consumidos dentre biodiesel, diesel verde e etanol.

 **~6% DE EMBARCAÇÕES HÍBRIDAS** compoendo a frota, como foco em navegação interior e apoio³.

 **15% DAS EMBARCAÇÕES** usando combustíveis sintéticos (PtX).

1. 2023; 2. 2050 Transformacional; 3. Apoio marítimo e portuário; 4. Power-to-x. Fontes: Infra SA 2021; EPE; Entrevistas com experts setoriais; Clarkson; ANTAQ; DVN; RMI; Mpor.

MOD0 AQUAVIÁRIO

Escaneie o QR Code para acessar o documento completo

