



Diagnóstico de Descarbonização, Infraestrutura e aplicações do Hidrogênio nos Portos

Guia de recomendações



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente da República

Silvio Costa Filho
Ministro dos Portos e Aeroportos

Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ

Eduardo Nery Machado Filho
Diretor-Geral

Flávia Moraes Lopes Takafashi
Diretora

Wilson Pereira de Lima Filho
Diretor

Caio César Farias Leôncio
Diretor

Alber Furtado de Vasconcelos Neto
Diretor

EXPEDIENTE

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente da República

Silvio Costa Filho
Ministro dos Portos e Aeroportos

Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ

Eduardo Nery Machado Filho
Diretor-Geral

Flávia Moraes Lopes Takafashi
Diretora

Wilson Pereira de Lima Filho
Diretor

Caio César Farias Leônico
Diretor

Alber Furtado de Vasconcelos Neto
Diretor

ELABORAÇÃO

WayCarbon

EQUIPE TÉCNICA – WayCarbon

Melina Amoni
Julia Rymer
Luisa Valentim
Sérgio Margulis
Rosangela Silva
Gregory Pitta
Luiza Oliveira
Augusto Diniz

EQUIPE TÉCNICA – MPOR

Flavia Nico Vasconcelos
Marina Cavalini Bailão

EQUIPE TÉCNICA – GIZ

Carlos Henrique Lopes Divino
Isabela Santos de Albuquerque Nunes Koletzke
Luciano José da Silva

EQUIPE TÉCNICA – ANTAQ

Secretaria Especial de Estudos e Projetos
Bruno de Oliveira Pinheiro
Ana Paula Harumi Higa

Diretoria 4 – D4

Ecinele Brenda Rodrigues Batista de Souza

Gerência de Meio Ambiente e Sustentabilidade – GMS

Uirá Cavalcante Oliveira
Alessandro Max Barros Bearzi
Felipe Pugian Jardim

CONTATOS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS – ANTAQ

SEPN Quadra 514, Conjunto “E”, Edifício ANTAQ
Brasília – DF
CEP 70760-545
T: + 55 61 2029-6500

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sede da GIZ: Bonn e Eschborn
GIZ Agência Brasília
SCN Quadra 01 Bloco C Sala 1501
Ed. Brasília Trade Center 70.711-902 Brasília/DF
T: + 55-61-2101-2170
E: giz-brasilien@giz.de

A encargo de:

Ministério Federal de Economia e Ação Climática (BMWK) da Alemanha

“O Programa Internacional de Incentivo ao Hidrogênio (H2Uppp) do Ministério Federal de Economia e Ação Climática (BMWK) da Alemanha promove projetos e o desenvolvimento do mercado do hidrogênio verde em países emergentes e em desenvolvimento selecionados, como parte da Estratégia Nacional para o Hidrogênio.”

Diretor de Projetos:

Markus Francke
T: +55 61 2101 2080
E: markus.francke@giz.de

Brasília, dezembro de 2023

SUMÁRIO

1	Introdução	6
1.1	Objetivos	6
2	Metodologia	8
3	Recomendações para as Instalações Portuárias	9
4	Próximos passos para desenvolvimento de uma estratégia de descarbonização setorial	13
5	Considerações finais	17
	Referências Bibliográficas	18

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Próximos passos para uma atuação setorial.	13
-----------------------------------------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas do desenvolvimento do Estudo de Diagnóstico de Descarbonização, Infraestrutura e aplicações do Hidrogênio nos Portos.	8
Figura 2. Trilha de ações para atingir uma maior maturidade na gestão de emissões de GEE.	9
Figura 3. Exemplo de Curva de Custo Marginal de Abatimento (Curva MAC).	12
Figura 4. Curva de Custo Marginal de Abatimento (Curva MAC) para o setor de transporte	15

LISTA DE ACRÔNIMOS E SIGLAS

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários

CDP – *Carbon Disclosure Project*

EPA – *Environmental Protection Agency* (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos)

ESI – *Environmental Ship Index*

ETC – Estação de Transbordo de Carga

GEE – Gases de Efeito Estufa

GNL – Gás Natural Liquefeito

GRI – *Global Report Initiative*

IAPH - *International Association of Ports and Harbors*

IDA – Índice de Desempenho Ambiental

IMO – *International Maritime Organization* (Organização Marítima Internacional)

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change* (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações

MPOR – Ministério dos Portos

OPS – *On-shore Power Supply*

SBTi – *Science Based Targets Initiative*

TA – Terminal Arrendado

TUP – Terminal de Uso Privado

UNFCCC – *United Nations Framework Convention on Climate Change* (Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima)

WPSP - *World Port Sustainability Program*

1 INTRODUÇÃO

O Programa Internacional de Hidrogênio H2Uppp, financiado pelo Ministério da Economia e Ação Climática (BMWK) da Alemanha e implementado pela Cooperação Brasil-Alemanha para o Desenvolvimento Sustentável por meio da *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH*, tem o objetivo de identificar, preparar e acompanhar a implementação de projetos para a produção e uso de aplicações de hidrogênio verde e derivados, bem como aumentar a conscientização e transferir conhecimentos para o desenvolvimento de projetos. Considerando a importância do setor portuário como um ator estratégico na implementação da cadeia de valor do hidrogênio verde, o programa H2Uppp promoveu o projeto Diagnóstico de Descarbonização, Infraestrutura e aplicações do Hidrogênio nos Portos.

O projeto é realizado no âmbito de um Acordo de Cooperação Técnica (ACT) entre a GIZ e a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), que já possui atuação consolidada na promoção sustentabilidade dos portos e terminais brasileiros, através de iniciativas como o Índice de Desempenho Ambiental (IDA) e as agendas ambientais portuárias, locais e institucionais. O presente estudo foi estruturado em três eixos analíticos: Eixo 1 - Revisão da Experiência Internacional; Eixo 2 - Diagnóstico de Descarbonização, Infraestrutura e aplicações do Hidrogênio nos Portos; e Eixo 3 - Estudo de Caso. O Eixo 1 foi elaborado pela ANTAQ e consistiu no mapeamento das principais medidas regulatórias adotadas pela Organização Marítima Internacional (IMO) e por outros países para redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no transporte marítimo, além de uma contextualização das medidas para a descarbonização do transporte realizado por embarcações e da operação dos portos.

A WayCarbon foi contratada pela Cooperação Brasil-Alemanha - GIZ para elaboração Eixo 2 do projeto, referente ao Diagnóstico de Descarbonização, Infraestrutura e aplicações do Hidrogênio nos Portos. Seus objetivos são avaliar a preparação das infraestruturas portuárias para receber embarcações que utilizam combustíveis zero carbono, mapear iniciativas de redução de emissões nos portos, identificar o potencial do hidrogênio verde para a exportação e descarbonização dos portos e, a partir desse diagnóstico, divulgar guia de recomendações sobre o assunto. O diagnóstico foi realizado em cooperação com a Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ e o Ministério dos Portos e Aeroportos (MPOR).

1.1 Objetivos

Nos últimos anos, a urgência da redução de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) se mostrou mais evidente diante de tantos eventos climáticos extremos e alterações significativas na temperatura do planeta. Dentre os diversos caminhos possíveis para a redução de emissões, a transição energética é a base, pois é transversal a vários setores. Especificamente para o setor portuário, a transição energética se apresenta como desafio e oportunidade: desafio frente às inúmeras ações que precisam ser colocadas em prática no curto prazo, oportunidade mediante à posição competitiva que os portos assumem nesse contexto de mudanças. A localização dos portos os sujeita a serem altamente expostos a eventos ambientais extremos, como ventania, tempestade e aumento do nível do mar, todos resultantes do aumento da temperatura média global. Além das iniciativas de adaptação de suas infraestruturas às mudanças climática, os portos posicionam-se como elementos-chave em processos de mitigação e atingimento de metas de neutralidade global de emissões, contexto no qual se insere a transição energética.

O presente trabalho tem significativa relevância ao situar os portos brasileiros como protagonistas no processo de transição para uma economia de baixo carbono, se antecipando a regulações e pressões mais restritivas e tornando-se mais resilientes frente a esse novo mercado. O presente trabalho tem por objetivos:

- Realizar diagnóstico quanto à atual situação das infraestruturas portuárias (*readiness*) para receber embarcações que utilizam combustíveis de baixa emissão.
- Realizar diagnóstico quanto as iniciativas de descarbonização dos portos e dos serviços portuários prestados

- Identificar o potencial do hidrogênio de baixo carbono e seus derivados para descarbonização dos portos brasileiros.
- Divulgar o diagnóstico obtido.
- Realizar e divulgar guia de boas práticas e recomendações para a descarbonização dos portos.

Este documento apresenta o Guia de Recomendações do Eixo 2, que detalha as recomendações para as instalações portuárias atingirem uma maior maturidade em relação ao processo de descarbonização e próximos passos para uma atuação setorial. Adicionalmente, o Eixo 2 abrange o Relatório Final do Diagnóstico em sua versão completa e o Sumário Executivo.

O Guia de Recomendações possui um viés estratégico, com o objetivo de apoiar agentes públicos e privados a entenderem os impactos, os desafios e as oportunidades da transição energética para o setor portuário, incluindo recomendações de ações a nível corporativo e ações para potencializar a descarbonização do setor de forma ampla, onde as empresas poderiam atuar conjuntamente para fortalecer necessidades de transformação e posicionamento do setor.

2 METODOLOGIA

O projeto de desenvolvimento do Diagnóstico de Descarbonização, Infraestrutura e aplicações do Hidrogênio nos Portos foi dividido em 3 etapas, com a entrega de 6 produtos, como apresentado na Figura 1 detalhada a seguir:

- **Etapa 1 – Plano de Trabalho:** descreve os produtos e atividades associados correspondentes ao Produto 1. Plano de Trabalho.
- **Etapa 2 – Diagnóstico:** apresenta a segunda parte do projeto que inclui os passos envolvidos na realização do diagnóstico dos portos, o levantamento dos stakeholders, a elaboração de pesquisa e a realização de workshop, correspondendo aos produtos P2. Planejamento do Diagnóstico, P3. Lista de Stakeholders, P4. Aplicação da pesquisa e P5. Relatório Parcial.
- **Etapa 3 – Resultados e Recomendações:** voltada para a sistematização dos resultados do projeto e elaboração de recomendações, correspondendo ao Produto 6. Relatório Final, Sumário Executivo e Guia de Recomendações.

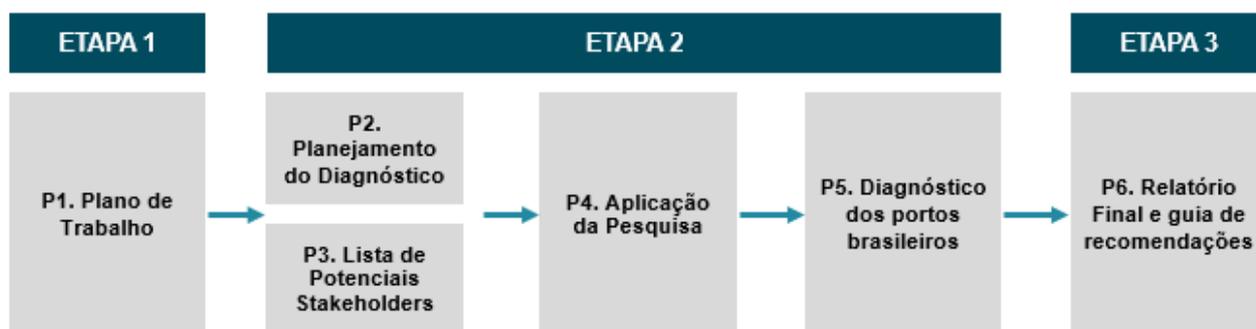


Figura 1. Etapas do desenvolvimento do Estudo de Diagnóstico de Descarbonização, Infraestrutura e aplicações do Hidrogênio nos Portos.

Fonte: Elaboração WayCarbon, GIZ, ANTAQ, MPOR (2023).

O Relatório Final apresenta todo o histórico do projeto, incluindo a seleção dos participantes, a contextualização do objetivo, do setor e dos desafios, o processo e metodologias de elaboração de questionários e seleção dos grupos, a aplicação do questionário, a avaliação de aderência e completude das respostas, os resultados e a sua avaliação crítica.

Este Guia de Recomendações, elaborado com base nos resultados do diagnóstico apresentado no Relatório Final, tem como proposta apresentar alguns dos passos necessários para avançar na descarbonização no setor portuário brasileiro em **dois eixos**:

- **Recomendações para instalações portuárias** ou de âmbito corporativo, estruturadas a partir dos passos necessários para atingir uma maior maturidade em relação ao processo de descarbonização.
- **Próximos passos para uma atuação setorial**, que traçam possíveis caminhos para uma atuação conjunta de todos os atores para potencializar a descarbonização do setor portuário de forma ampla.

3 RECOMENDAÇÕES PARA AS INSTALAÇÕES PORTUÁRIAS

As recomendações para as instalações portuárias abrangem as possibilidades de ação dos Portos Públicos e Terminais (TUPs, TAs e ETCs) para avançarem na estratégia de redução de emissões. A Figura 2 apresenta uma trilha de passos a serem seguidos para amadurecer e desenvolver a estratégia de descarbonização nas instalações portuárias. A seguir, cada uma dessas recomendações é contextualizada e detalhada.



Figura 2. Trilha de ações para atingir uma maior maturidade na gestão de emissões de GEE.

Fonte: Elaboração WayCarbon, GIZ, ANTAQ, MPOR (2023).

1. Elaborar o Inventário de Emissões de GEE das instalações portuárias.

Como apontado pelo diagnóstico, 35% dos Terminais (TUPs, TAs e ETCs) e 81% dos Portos Públicos ainda não possuem inventário de emissões de GEE. Identificar, caracterizar e quantificar as fontes de emissão é o primeiro passo na jornada da descarbonização. O perfil de emissões de cada instalação portuária pode variar significativamente, a depender do tipo de operação e serviços prestados, as embarcações empregadas, os combustíveis utilizados e as tecnologias usadas na área portuária, o que torna importante a realização de um diagnóstico localizado e uma coleta de dados robusta. A partir do inventário, é possível identificar tendências e oportunidades para redução de emissões, embasando o estabelecimento de metas e a priorização de investimentos. A atualização periódica do inventário leva à construção de uma série histórica, que permite medir o progresso alcançado com as iniciativas de redução de emissões de GEE.

2. Avaliação robusta do Escopo 3 dos Inventários de Emissões de GEE existentes

De acordo com as diretrizes do *GHG Protocol*, os Inventários de Emissões de GEE são elaborados considerando três escopos: Escopo 1 – Emissões Diretas; Escopo 2 – Emissões Indiretas de Energia Elétrica; Escopo 3 – Outras Emissões Indiretas. Pelo mapeamento realizado no diagnóstico, 54% das instalações que possuem inventário reportam apenas os escopos 1 e 2. Os primeiros inventários realizados pelas organizações geralmente apresentam um número mais restrito de fontes de emissão. Mas é importante que, com o tempo, se empenhem na maturidade e expansão da abrangência do inventário, visto que o escopo 3 é requisito para o estabelecimento de metas SBTi (*Science Based Targets Initiative*).

3. Auditoria e publicação de reportes para maior confiabilidade e transparência dos inventários de emissões de GEE

Um fator importante que diferencia os inventários de emissões de GEE é o nível de transparência e confiabilidade dos dados. O *GHG Protocol* recomenda que os inventários sejam auditados por terceira parte e disponibilizado publicamente, o que é a realidade de 58% das instalações que afirmaram ter inventário. Parcela significativa (29%) possui inventário, mas não publicou, enquanto o restante está ainda desenvolvendo o inventário ou até já fez a publicação, mas ainda não contratou auditoria. Os inventários são um instrumento não só de gestão, mas também de comunicação, na medida em que permitem apresentar ao mercado e à sociedade como um todo o progresso das ações de descarbonização. Neste mesmo contexto, se insere a publicação de reportes de sustentabilidade, como a Agenda Ambiental Institucional, o Relatório de Sustentabilidade, o *GHG Protocol – Greenhouse Gas Protocol* e o CDP – *Carbon Disclosure Project*. Seguir padrões consagrados internacionalmente, como o GRI – *Global Report Initiative*, são um diferencial para o posicionamento dos portos e instalações portuárias e podem ajudar a qualificá-los para oportunidades de investimentos e obtenção de financiamentos.

4. Mapeamento de oportunidades de redução de emissões de GEE

Devido à complexidade das infraestruturas e operações portuárias, a elaboração da estratégia de descarbonização desse setor exige a combinação de diversos tipos de ações para a redução significativa de emissões, o que deve ser avaliado de acordo com a realidade de cada instalação portuária. O mapeamento de oportunidades permite avaliar as iniciativas, projetos e desafios para redução de emissões. A partir do estudo de diagnóstico realizado, as principais oportunidades de redução de emissões foram agrupadas em três frentes:

- **Eficiência energética e operacional:** o tempo de atracação, a velocidade e o tempo de espera para a carga e a descarga, dentre outros indicadores operacionais, variam entre as instalações e possuem implicações nas emissões de GEE dos navios que estão no porto. Os sistemas inteligentes de logística portuária atuam na otimização de rotas e processos e já foram implementados ou estão em implementação em 39% das instalações, índice similar ao das medidas de eficiência energética. Outra possibilidade é a geração de energia renovável para atividades administrativas e/ou operacionais, implementadas / em implementação em cerca de 18% dos respondentes. Por fim, a eletrificação e o uso de biocombustíveis dos equipamentos operacionais é uma tecnologia já disponível, mas que já é aplicada em apenas 5% das instalações.
- **Fornecimento de energia e combustíveis menos poluentes:** uma das medidas com maior potencial de redução de emissões é a implementação de sistemas OPS (*On-Shore Power Supply*), que proporcionam o fornecimento de energia em terra e permitem que os motores auxiliares das embarcações sejam desligados enquanto eles estão atracados. Nenhuma das instalações que participaram do diagnóstico possui esse sistema, em função do custo da tecnologia e ausência de regulação que normatize e obrigue a sua implementação. Quanto ao combustível utilizado pelas embarcações, 39% das instalações possuem estrutura para fornecê-lo, sendo que o diesel marítimo e o bunker com baixo teor de enxofre são os mais comuns. No caso dos combustíveis alternativos, 6% indicaram possuir estrutura para fornecer GLP, 4% para biodiesel e 2% para metanol. As regulações da Organização Marítima Internacional (IMO) para a descarbonização do transporte marítimo tendem a aumentar progressivamente a demanda por combustíveis alternativos. Uma outra forma de potencializar esse processo é o incentivo financeiro a embarcações menos poluentes, com desconto nas taxas portuárias para aquelas que possuírem uma boa pontuação em índices como o ESI (*Environmental Ship Index*)¹.

¹ O *Environmental Ship Index* (ESI) é um índice de desempenho ambiental que classifica as embarcações em relação aos padrões de emissões de GEE definidos pela IMO, permitindo identificar aquelas que atendem ou superam as regulamentações atuais. A iniciativa é liderada pelo *World Ports Sustainability Program* (WPSP), programa internacional de sustentabilidade vinculado à Associação Internacional de Portos (IAPH) (WPSP, 2024).

- **Atuação na cadeia de valor do hidrogênio de baixo carbono e seus derivados:** para atingir as metas de redução de emissões de GEE da IMO para 2050, serão necessárias mudanças profundas na tecnologia e nos combustíveis usados pelas embarcações. Uma das soluções mais promissoras a longo prazo é a utilização do hidrogênio de baixo carbono e seus derivados, como a amônia e metanol, em substituição aos combustíveis fósseis. Isso exigirá adaptações da infraestrutura de produção, armazenamento e distribuição, e as instalações portuárias têm o potencial de liderar esse movimento. Porém, os desafios tecnológicos ainda são significativos, tanto em relação à segurança e eficiência do transporte e armazenamento como ao custo de produção. A maior parte (60%) dos respondentes do diagnóstico não enxerga potencial ou desconhece as aplicações do hidrogênio de baixo carbono. Por outro lado, já existe uma compreensão por parte de 40% dos respondentes com relação ao potencial desse mercado, sendo que cerca de 7,5% enxergam uma vocação para a produção de hidrogênio, 5,4% para exportação e 7,5% para abastecimento de embarcações. Quase 11% de instalações percebem como vocação a criação de um Hub de hidrogênio de baixo carbono e derivados, o que já está sendo planejado ou implementado em alguns portos brasileiros, com destaque para o Complexo do Pecém.

Box 1: Hidrogênio Verde

Iniciativas relacionadas ao hidrogênio de baixo carbono e seus derivados vêm sendo realizadas em diversas instalações portuárias. A complexidade da cadeia aponta a construção de Hubs como uma forma de viabilizar a produção, armazenamento e transporte, por meio de parcerias entre governos, universidades e empresas. A partir dos hubs em portos, a produção do hidrogênio pode ser associada à geração de energia elétrica de fonte renovável, em especial solar fotovoltaica e eólica offshore, além de permitir a aproximação de indústrias que façam parte dessa cadeia de valor. O estabelecimento de parcerias com outros países também vem sendo realizado pelas instalações portuárias nacionais, mediante a criação de corredores de hidrogênio verde entre os países e aportes de financiamento para o desenvolvimento das estruturas necessárias.

Importante destacar que o hidrogênio verde e seus derivados são potenciais alternativas aos combustíveis fósseis utilizados no transporte marítimo, para tal, a construção dos hubs de hidrogênios em portos auxilia na disponibilidade do combustível e seus derivados para as embarcações.

5. Elaboração da análise de custo-benefício das medidas de redução de emissões

Projetos de redução de emissões possuem custos atrelados que precisam ser medidos para avaliar a sua efetividade e custo-benefício. Um exemplo de ferramenta utilizada para esse propósito é a Curva de Custo Marginal de Abatimento (Curva MAC), que permite estimar qual o custo associado à redução de uma determinada quantidade de gases de efeito estufa para cada um dos projetos analisados. O custo é calculado pelo Valor Presente Líquido, que considera, dentro do horizonte temporal de implementação e atividade do projeto, a soma dos fluxos de caixa ano a ano, submetidos a uma taxa de desconto, determinada pelo custo de oportunidade do dinheiro. O fluxo de caixa considera as receitas e as despesas de capital (CAPEX) e operacionais (OPEX). Já o cálculo das emissões reduzidas de um projeto corresponde à diferença do nível de emissões em um cenário de linha de base (sem a implementação do projeto) e a projeção de emissões no cenário de projeto. O resultado da Curva MAC é um gráfico que combina os eixos de “emissões cumulativas abatidas [tCO₂e]” e “custo marginal de abatimento [R\$/tCO₂e]”, permitindo fazer um ranqueamento das iniciativas de descarbonização em termos de custo-efetividade e identificar se os projetos avaliados serão suficientes para o alcance de uma meta já estabelecida.

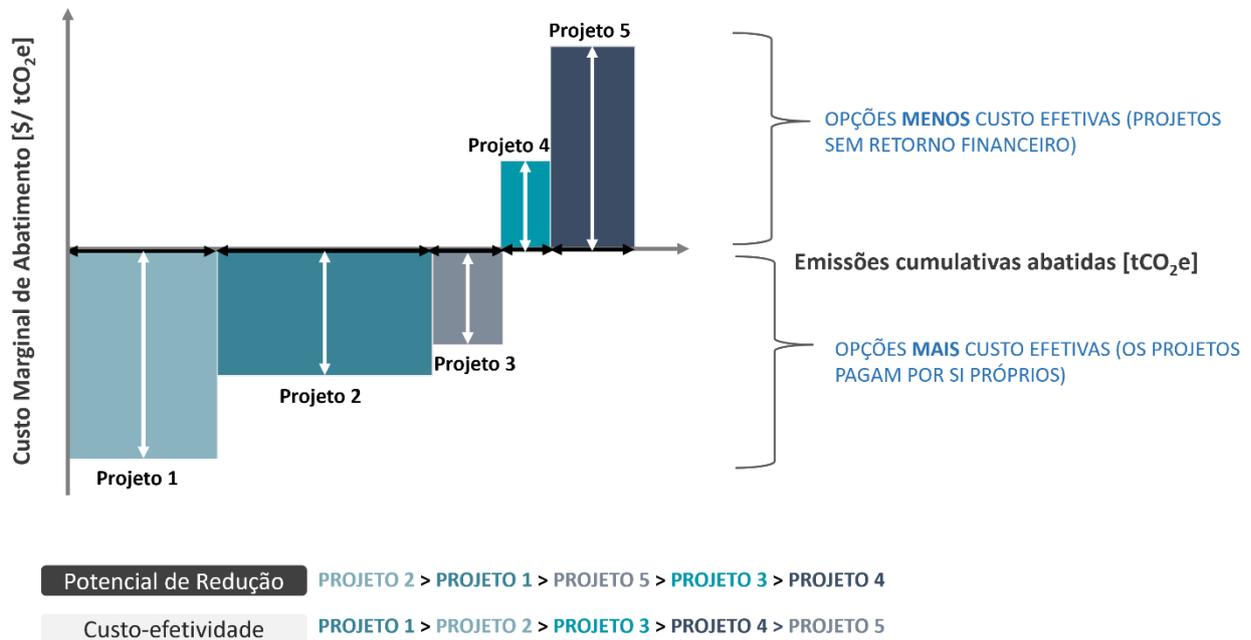


Figura 3. Exemplo de Curva de Custo Marginal de Abatimento (Curva MAC).

Fonte: Elaboração WayCarbon, GIZ, ANTAQ, MPOR (2023).

6. Estabelecimento de meta SBTi (baseada na ciência)

O Acordo de Paris, aprovado em 2015 por 195 países parte da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC), estipulou o limite do aumento da temperatura global abaixo de 2°C acima dos níveis pré-industriais e se esforçando para que não exceda 1,5 °C, o que implica alcançar emissões líquidas zero até 2050. Isso levou muitas organizações, públicas e privadas, a assinarem compromissos e estabelecerem metas Net Zero. O Padrão SBTi parte da necessidade de estabelecer um entendimento comum do que são metas de emissões líquidas zero, com base na ciência climática mais recente e atualizada, fornecendo orientações, fundamentos, critérios e recomendações para a sua definição. As metas de redução de emissões baseadas na ciência (SBTi) oferecem uma base sólida para as estratégias de mudança climática de longo prazo das organizações, incluindo metas de curto prazo alinhadas a trajetórias de 1,5°C, metas de longo prazo para reduzir as emissões a um nível residual, a mitigação além da sua cadeia de valor e a neutralização de quaisquer emissões residuais.

4 PRÓXIMOS PASSOS PARA DESENVOLVIMENTO DE UMA ESTRATÉGIA DE DESCARBONIZAÇÃO SETORIAL

Os próximos passos para uma atuação setorial traçam possíveis caminhos para uma atuação conjunta de todos os atores para potencializar a descarbonização do setor de forma ampla. A Tabela 1 apresenta um compilado, organizado em algumas categorias de ação: Capacitação e Mobilização, Estudo Setorial e Regulação. Em seguida, cada uma delas será contextualizada e detalhada.

Tabela 1. Próximos passos para uma atuação setorial.

Nº	Categoria	Próximos Passos
1	Capacitação e Mobilização	Programa de conscientização para a elaboração de inventários e estratégias de descarbonização
2	Capacitação e Mobilização	Estruturação de fórum nacional de discussão que articule as diversas redes que tratam da descarbonização
3	Estudo Setorial	Elaboração de Inventário Setorial de Emissões de GEE
4	Estudo Setorial	Desenvolvimento de trajetória de emissões setoriais com levantamento de projetos e construção da análise de custo-benefício
5	Estudo Setorial	Incorporação de mais questões sobre descarbonização no formulário do IDA
6	Regulação	Definição de mecanismos indutores para a implantação de Sistema OPS
7	Regulação	Regulamentação que promova a utilização de combustíveis alternativos em embarcações, em articulação com o Ministério de Minas e Energia

Fonte: Elaboração WayCarbon, GIZ, ANTAQ, MPOR (2023).

1. Programa de conscientização para a elaboração de inventário e estratégias de descarbonização

A elaboração de inventário de emissões de GEE é amparada pela existência de padrões e bases de dados internacionais, como o GHG Protocol, as diretrizes para inventários do IPCC e a Norma ISSO 14064-1:2016. Porém, o setor portuário possui especificidades para identificação e caracterização de fontes de emissão, definição e coleta de dados de entrada, métodos de cálculo e fatores de emissão. Ao mesmo tempo, existe uma variação muito grande em termos do nível de conhecimento das instalações portuárias sobre a gestão de emissões e a os princípios para construção de uma estratégia de descarbonização. Um exemplo internacional é a *Ports Initiative*, iniciativa da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) que, entre outras ações, publicou em 2022 o relatório *Ports Emissions Inventory Guidance: Methodologies for Estimating Port-Related and Goods Movement Mobile Source Emissions*. Trata-se de um guia detalhado para estimar as emissões de fontes móveis em áreas portuárias, mas que também contém premissas que podem ser usadas para o cálculo de outras fontes de emissão. É importante que esse tipo de conhecimento seja adaptado à realidade nacional e disseminado, contribuindo para o início da jornada da descarbonização pelas instalações portuárias e para a mobilização em torno do assunto.

2. Estruturação de fórum nacional de discussão que articule as diversas redes que tratam da descarbonização

Diante de um cenário incerto quanto à descarbonização do transporte marítimo e a necessidade de superar profundas barreiras tecnológicas, financeiras e regulatórias para viabilizar a transição das instalações portuárias em direção a uma economia de baixo carbono, fica evidente a necessidade de se estabelecer parcerias e espaços de cooperação, troca de conhecimentos e experiências. Essa percepção é reforçada pela significativa presença e visível interesse constatados nas atividades interativas realizadas no âmbito do “Estudo de Descarbonização dos Portos: Diagnóstico”: o Workshop de Nivelamento e Engajamento,

que reuniu 43 atores presencialmente em Brasília, além de 45 participantes no modo virtual, e as reuniões consultivas, em que estiveram presentes 43 representantes de portos públicos, terminais e associações do setor portuário. Já existem algumas redes e coalizações que discutem o tema, como o Comitê de Sustentabilidade da ATP - Associação de Terminais Portuários Privados – Sustentar e Grupo de Trabalho de Negócios Oceânicos, lançado neste ano pelo Pacto Global da ONU no Brasil. É necessário, porém, criar um espaço de articulação das redes existentes, que mobilize de forma ampla e abrangente todos os atores envolvidos na descarbonização do setor portuário. O escopo desse fórum nacional de discussão poderia abranger todo o setor de logística do país, já que a redução de emissões nas instalações portuárias depende da sua integração com os modos de transporte rodoviário, ferroviário e aéreo, assim como o setor industrial.

3. Elaboração de Inventário Setorial de Emissões de GEE

A elaboração de um inventário de emissões de GEE para o setor portuário permitirá mapear as principais fontes de emissão das operações dos terminais e portos públicos brasileiros e identificar oportunidades de redução, podendo embasar políticas públicas e a construção de estratégias setoriais. Como exemplo, a IMO elabora o inventário do setor marítimo com abrangência mundial, tendo publicado em 2020, a quarta edição do relatório (*Fourth IMO GHG Study 2020*). Para o setor portuário brasileiro, o inventário setorial pode auxiliar no desenvolvimento de uma estratégia de descarbonização e o estabelecimento de metas de redução. Adicionalmente, para as instalações que ainda não elaboraram o seu inventário, o diagnóstico setorial pode servir de referência para o entendimento das fontes de emissão mais relevantes.

4. Desenvolvimento de trajetória de emissões setoriais com levantamento de iniciativas de redução de emissões e construção da análise de custo-benefício

O desenvolvimento de trajetória de emissões setoriais com levantamento de projetos e construção da análise de custo-benefício complementa e aprofunda o diagnóstico do inventário setorial, na medida em que incluem a elaboração de cenários futuros de emissões e o mapeamento de estimativas de redução de emissões e custos associados a diferentes ações de descarbonização. Uma das metodologias utilizadas para a análise de custo-benefício é a Curva de Custo de Abatimento Marginal (Curva MAC), comumente empregada em estudos setoriais. Um exemplo internacional é o relatório *National Port Strategy Assessment: Reducing Air Pollution and Greenhouse Gases at U.S. Ports*, publicado em 2016 pela EPA, que avalia estratégias para redução de emissões de fontes móveis da operação portuária, através da construção de cenários futuros. Outro exemplo correlato no âmbito nacional é o projeto Opções de Mitigação de Emissões de GEE em Setores-Chave, desenvolvido pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), em que foi realizada uma análise integrada de iniciativas de redução de emissões de GEE em setores-chave da economia brasileira (vide Figura 4). O projeto incluiu análise dos setores industriais, edificações e transportes com a elaboração de cenários futuros de emissões de GEE e cálculo do custo marginal de abatimento de cada uma das opções de mitigação estudadas. A realização de um estudo como esse para o setor portuário é muito importante para ampliar a visão dos atores sobre as possibilidades e cenários da descarbonização, ao mesmo tempo que pode inspirar e subsidiar a elaboração de planos de ação pelas instalações portuárias. É essencial que esse estudo esteja alinhado o desenvolvimento e as diretrizes do Plano Nacional sobre Mudança do Clima (Plano Clima), atualmente em discussão pelo governo federal.

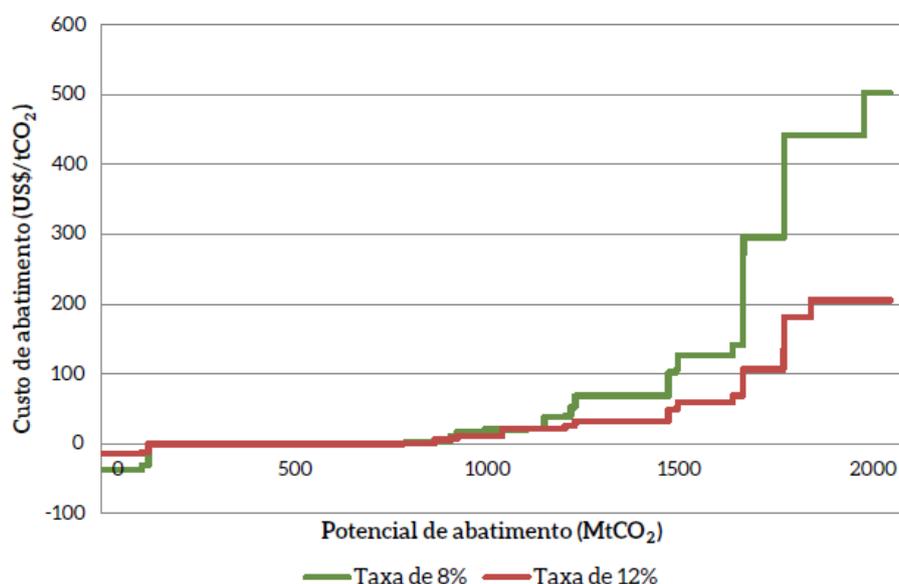


Figura 4. Curva de Custo Marginal de Abatimento (Curva MAC) para o setor de transporte

Fonte: MCTI (2018).

5. Incorporação de mais questões sobre descarbonização no formulário do IDA

O Índice de Desempenho Ambiental (IDA) é uma iniciativa da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), que desde 2012 mapeia 38 indicadores da operação e gestão dos Portos Públicos e Terminais de Uso Privado (TUPs) do Brasil, relacionados a temas como governança ambiental, segurança, gerenciamento de energia, agenda ambiental, entre outros. A cada indicador, é atribuído um peso, permitindo o cálculo de um índice geral e a elaboração de um ranking anual das instalações portuárias. Essa iniciativa desempenha um papel importantíssimo no monitoramento, publicização de informações e mobilização dos atores. Nas reuniões consultivas realizadas para o diagnóstico, o índice foi citado por alguns participantes como um incentivo para o avanço na gestão de emissões de GEE. O IDA já monitora pontos importantes na temática da descarbonização, como geração de energia limpa e renovável e o fornecimento de energia para navios, mas seria interessante incluir mais perguntas específicas sobre o assunto, de forma a continuar o monitoramento de alguns aspectos avaliados neste diagnóstico. Em uma possível futura revisão da metodologia do IDA, sugere-se incluir mais perguntas sobre gestão de emissões de GEE, ações de descarbonização ainda não mapeadas, p. ex. eletrificação de equipamentos operacionais, e o fornecimento de combustíveis menos poluentes.

6. Definição de mecanismos indutores para a implantação de Sistema OPS

O Sistema OPS (On-Shore Power Supply) é uma tecnologia de fornecimento de energia em terra para os navios atracados, em substituição à utilização de motores auxiliares movidos a combustíveis fósseis, responsáveis por parcela significativa das emissões de GEE na área das instalações portuárias. No diagnóstico realizado, a medida não foi implementada por nenhum dos terminais e portos públicos participantes. Os principais motivos citados são o alto custo de implantação do sistema e da energia que seria fornecida, o que desincentiva a sua adoção, e a inexistência de normatização dos equipamentos utilizados na implementação dessa tecnologia, que dificulta a padronização da operação do sistema em diferentes instalações portuárias e embarcações. Outro ponto que precisa ser estudado é a adequação da infraestrutura elétrica atual e a necessidade de eventuais adaptações para possibilitar a implantação do OPS. É importante destacar que o sistema não apresenta viabilidade técnica e financeira para todas as instalações. De toda forma, foi recorrente entre os stakeholders do diagnóstico a percepção de que, enquanto não houver alguma iniciativa nacional sobre o tema, que organize e induza o seu uso, dificilmente ocorrerá uma mobilização suficiente para realizar as adaptações necessárias nos navios de forma a passarem a utilizar energia de terra

enquanto atracados. Devido ao alto potencial de redução de emissões do Sistema OPS, é importante que sejam discutidos e implementados mecanismos indutores para implantação de Sistema OPS.

7. Regulamentação que promova a utilização de combustíveis alternativos em embarcações, em articulação com o Ministério de Minas e Energia

Está cada vez mais evidente que é necessário acelerar a transição energética do transporte marítimo, mas há uma percepção generalizada de incerteza quanto às melhores alternativas para se conduzir esse processo. Como mapeado no diagnóstico, 98% da frota ainda é abastecida com combustíveis fósseis e apenas 21% dos navios que estão sendo produzidos adotam combustíveis alternativos, como GNL e metanol. Ao longo dos últimos anos, a IMO vem adotando medidas para fomentar a redução de emissões, que incluem um convite aos Estados Membros para fornecerem incentivos ao setor portuário para apoiar e promover a descarbonização do transporte marítimo, com destaque para o abastecimento seguro e eficiente de combustíveis de baixo carbono ou não emissores. Além das incertezas sobre os rumos do mercado, os investimentos necessários para viabilizar a sua produção e abastecimento são muito altos e podem gerar aumento de custo e redução da margem de lucro no curto prazo. Por isso, é necessária uma regulamentação que promova a utilização de combustíveis alternativos em embarcações, definindo diretrizes, metas e instrumentos para viabilizar essa transição, incluindo mecanismos de financiamento que ajudam a equilibrar o risco dos investidores. Uma oportunidade é o Plano Nacional do Hidrogênio, que poderia incluir políticas direcionadas para o setor marítimo e portuário para produção de hidrogênio em conjunto com geração de energia renovável, como eólica offshore, biomassa e solar fotovoltaica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A descarbonização do setor portuário exige uma abordagem integrada, envolvendo combinação de diversos tipos de ações para atingir uma redução significativa das emissões, que devem ser avaliadas e selecionadas de acordo com a realidade local de cada instalação portuária. As recomendações e próximos passos propostos neste documento visam oferecer um direcionamento para a ação das instalações portuárias e dos atores setoriais de forma ampla, a partir das lacunas e desafios identificados no diagnóstico. Considerando que se trata de um tema que envolve inovações tecnológicas e a perspectiva de grandes mudanças nos próximos anos, é importante manter um acompanhamento periódico da evolução do sistema portuário, de forma a refletir novos avanços tecnológicos e mudanças de cenário regulatórias e mercadológicas. É evidente a necessidade de realizar pesquisas complementares, através de estudos de caso, por exemplo, e fomentar a articulação dessa rede, para que novos conhecimentos e oportunidades se disseminem de forma eficaz entre os atores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTAQ. **Impactos e riscos da mudança do clima nos portos públicos costeiros brasileiros**. 2021. Disponível em: https://www.gov.br/antag/pt-br/noticias/2021/copy_of_SumrioANTAQGIZMudancaClimatica.pdf. Acesso em: 10 nov. 2023.

ANTAQ. **Estatístico Aquaviário** 2.1.4., 2023. Disponível em: <http://ea.antag.gov.br/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=painel%5Cantag%20-%20anu%C3%A1rio%202014%20-%20v0.9.3.qvw&lang=pt-BR&host=QVS%40graneleiro&anonymous=true>. Acesso em: 10 nov. 2023.

ANTAQ. **Índice de Desempenho Ambiental (IDA)**. 2023. Disponível em: <http://resultadosida.antag.gov.br/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=Painel%2FANTAQ%20-%20Anu%C3%A1rio%202014%20-%20v0.9.3.qvw&host=QVS%40graneleiro&anonymous=true&sheet=Principal>. Acesso em: 10 nov. 2023.

EPA. **EPA Ports Initiative**. 2017. Overviews and Factsheets. Disponível em: <https://www.epa.gov/ports-initiative/about-epa-ports-initiative>. Acesso em: 22 nov. 2023.

ESPO. **ESPO Green Guide 2021, a Manual for European Ports Towards a Green Future**. 2021. Disponível em: <https://www.espo.be/publications/espo-green-guide-2021-a-manual-for-european-ports->. Acesso em: 22 nov. 2023.

FGV/GVCES; WRI. **Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol: Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa**, 2011. Disponível em: <http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/cms/arquivos/ghgespec.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2023.

FGV/GVCES; WRI. **Especificações de Verificação do Programa Brasileiro GHG Protocol**, 2011. Disponível em: <http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/cms/arquivos/ghgespec.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2023.

ICCT. **Brazilian coastal shipping: New prospects for growth with decarbonization**. 2022. Disponível em: <https://theicct.org/wp-content/uploads/2022/07/brazilmarinebrazil-coastal-shipping-new-prospects-growth-decarbonization-jul22.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2023.

IMO. **Fourth IMO GHG Study 2020 - Full report and annexes**. 2020. Disponível em: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Fourth%20IMO%20GHG%20Study%202020%20-%20Full%20report%20and%20annexes.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2023.

IMO. **MEPC 75-18-Add 1**. Amendments to the annex of the protocol of 1997 to amend the international convention for the prevention of pollution from ships, 1973, as modified by the protocol of 1978 relating thereto. 2020. Disponível em: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Air%20pollution/MEPC.324%2875%29.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2023.

IMO. **MEPC.377**. 2023 IMO Strategy on reduction of GHG emissions from shipping. 2023. Disponível em: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/MediaCentre/PressBriefings/Documents/Clean%20version%20of%20Annex%201.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2023.

MCTI. **Opções de Mitigação de Emissões de GEE em Setores-Chave**. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/cgcl/arquivos/opcoes-de-mitigacao-de-emissoes-de-gee-em-setores-chave>. Acesso em: 22 nov. 2023.

MME. **Plano Nacional do Hidrogênio – PNH2**. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/programa-nacional-do-hidrogenio-1> Acesso em: 22 nov. 2023.

PACTO GLOBAL. **Pacto Global da ONU no Brasil lança GT de Negócios Oceânicos para impulsionar a descarbonização de portos e transportes marítimos.** 2023. Disponível em: <https://www.pactoglobal.org.br/noticia/676/pacto-global-da-onu-no-brasil-lanca-gt-de-negocios-oceanicos-para-impulsionar-a-descarbonizacao-de-portos-e-transportes-maritimos>. Acesso em: 22 nov. 2023.

SBTi. **Getting started guide for the SBTi net-zero standard.** 2022. Disponível em: <https://sciencebasedtargets.org/resources/files/Getting-Started-Guide.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2023.

SBTi. **Science Based Target Setting for the Maritime Transport Sector.** Disponível em: <https://sciencebasedtargets.org/resources/files/SBTi-Maritime-Guidance.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2023.

UNCTAD. **Review of Maritime Transport 2023 | UNCTAD.** 2023. Disponível em: <https://unctad.org/publication/review-maritime-transport-2023>. Acesso em: 22 nov. 2023.

WPSP. **ESI Portal.** 2024. Disponível em: <https://www.environmentalshipindex.org/>. Acesso em: 8 mar. 2024.

WRI. **The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard - REVISED EDITION.** Washington, D.C: WRI, 2015. Disponível em: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>. Acesso em: 20 out. 2023.

