

Integração do CBAM e IMO 2020 no setor portuário: estratégias para a descarbonização

Integration of CBAM and IMO 2020 in the port sector: strategies for decarbonization

Matheus de Jesus Nascimento
Fatec Rubens Lara

Daniel Sartor Tadeu da Costa
Fatec Rubens Lara

Guilherme Pereira de Lima
Fatec Rubens Lara

Dafane Mariano Sales
Fatec Rubens Lara

Alexandre Ricardo Machado
Fatec Rubens Lara

Resumo

A ligação entre o porto e a ecologia é algo extremamente importante. Atualmente, os portos almejam serem portos mais verdes, com a finalidade de diminuir os impactos à natureza. Este artigo resulta nas estratégias encontradas pelo *Carbon Border Adjustment Measure* (CBAM) como mecanismo de taxação de imposto para controlar a emissão de carbono, a implantação da IMO 2020 e seu impacto nos portos de Rotterdam e Santos. Utilizando a metodologia de estudos bibliográfico qualitativo de caráter exploratório, o objetivo do artigo é apresentar as estratégias, tecnologias e práticas para reduzir as emissões de carbono nas atividades portuárias, destacando a adoção de fontes de energia mais limpas. Como resultado há uma redução nos impactos ambientais das atividades portuárias na natureza fazendo o CBAM se tornar um diferenciador nas operações de comércio exterior.

Palavras-Chave: Porto; meio ambiente; União Europeia; CBAM; emissão de carbono

Abstract

The connection between ports and the environment is extremely important. Currently, ports aim to be greener to reduce their impact on nature. This article explores the strategies identified by the Carbon Border Adjustment Measure (CBAM) as a mechanism for taxing carbon emissions, the implementation of IMO 2020, and its impact on the ports of Rotterdam and Santos. Using a methodology that combines qualitative and quantitative bibliographic studies of an exploratory nature, the objective of the article is to present strategies, technologies, and practices for reducing carbon emissions in port activities and includes adopting cleaner energy sources. As a result, there is a reduction in the environmental impacts of port activities on the environment, and CBAM becomes a differentiating factor in foreign trade operations.

Keywords: Harbor; environment; European Union; CBAM; carbon emission

1. INTRODUÇÃO

O mundo portuário sofre de constante mudança, seja de sua infraestrutura, seja de seus objetivos. O principal objetivo dos portos de todo mundo hoje em dia é a chamada descarbonização, onde os portos visam diminuir ou zerar as emissões de gases com efeito estufa (GEE), como o CO₂. Em suas operações, diversas medidas já vêm sendo tomadas ao longo dos anos, porém os esforços se intensificaram com a piora da climatização global, com o exemplo do ano de 2023, onde o mesmo foi registrado como o ano mais quente da história (OMM, 2024), climatização essa que é afetada diretamente pelas emissões de CO₂ liberadas pelas atividades portuárias ou correlatas.

Nesse contexto, sendo o maior porto do Hemisfério Sul, o porto de Santos não deve ser diferente nessas questões, o principal porto da América Latina deve também adotar medidas para reduzir as emissões de CO₂ visando um porto mais sustentável, denominado de "Porto Verde", bem como mais competitivo. Porém, o porto de Santos possui um problema crônico de excesso de burocracia (EXAME, 2013), dificultando principalmente a aplicação de novos projetos mais sustentáveis.

O artigo conta com o objetivo geral de contextualizar as consequências das emissões de GEE, bem como comparar práticas sustentáveis já aplicadas em outros portos mundiais. Como objetivo específico o artigo presente busca apresentar métodos sustentáveis para futura concretização na área portuária de Santos.

Esse artigo utiliza a metodologia de pesquisa bibliográfica, bem como pesquisas quantitativas, qualitativas e descritivas com enfoque em fontes de alta qualidade, como artigos acadêmicos, reportagens e relatórios técnicos para fazer a devida análise do porto de Santos visando comparar o mesmo com o porto de Rotterdam, o porto pioneiro e referência em questões de sustentabilidade (no continente europeu (Comissão Europeia, 2021).

Com o início em uma pesquisa abrangente, o artigo identifica os desafios e oportunidades para que o Porto de Santos se torne mais sustentável, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas e para um futuro mais verde para o planeta.

2. EMBASAMENTO TEÓRICO

A problemática das emissões de gases com efeito estufa está atingindo níveis insustentáveis, a crise climática atingiu seu pico, o ano de 2023 foi o mais quente já registrado na história de acordo com a OMM (2024), as mudanças climáticas são uma das maiores ameaças à humanidade e ao planeta e caso não haja uma drástica mudança neste cenário de reduzir as emissões de GEE, podem agrava o risco da insustentabilidade da vida humana na Terra e as consequências serão devastadoras (Guterres, 2024).

O CBAM é um mecanismo desenvolvido pela União Europeia para avaliar e precificar as emissões de carbono, com o objetivo de reduzi-las. Ao garantir que um preço seja atribuído às emissões de carbono incorporadas na produção de determinados bens importados para a União Europeia, o CBAM assegura que o custo do carbono das importações seja equiparado ao custo do carbono da produção interna, garantindo assim que os objetivos climáticos da União Europeia não sejam comprometidos (União Europeia, 2023). Este mecanismo, por sua vez, incentiva outros países que mantêm transações comerciais com a União Europeia a intensificar seus esforços na redução das emissões de gases de efeito estufa. Exportadores que não tenham capacidade para rastrear e declarar suas emissões, ou cujas emissões sejam mais elevadas do que as de seus concorrentes, correm o risco de perder seus parceiros comerciais na União Europeia para concorrentes mais bem preparados (Bosschart, 2023).

Hoje em dia há diversas soluções para reduzir as emissões de carbono, uma delas por exemplo, acontece no porto de Rotterdam, onde a mesma cede incentivo fiscais, como redução de taxas,

para navios que abastecerem com combustíveis mais sustentáveis, como metanol verde e amônia. Não só isso, mas uma maneira que já vêm sendo adotada desde o ano passado pelo próprio porto de Santos é o investimento em maquinário portuário mais sustentável, como por exemplo, e-RTGs (guindastes de pátio) e Portêineres (guindastes de cais) movidos a energia elétrica. Segundo Santos, Fagá, Barufi e Poulallion (2007):

O gás natural tem aumentado seu papel estratégico como fonte de energia para o mundo, principalmente em razão de seu menor impacto ambiental em comparação com as demais fontes fósseis. A utilização do gás natural em equipamentos adequados tende a ser menos poluente, por exemplo, que a queima de óleo diesel. Santos, E. M., Fagá, M. T. W., Barufi, C. B., & Poulallion, P. L. (2007, p. 68).

Matheus de Jesus Nascimento, Daniel Sartor Tadeu da Costa, Guilherme Pereira de Lima Dafane Mariano Sales, Alexandre Ricardo Machado

Na figura 1, a seguir pode-se ver as instalações de GNL em operação.

Figura 01 – Instalações de GNL em operação



Fonte: GasNet (2024)

2.1. Descarbonização

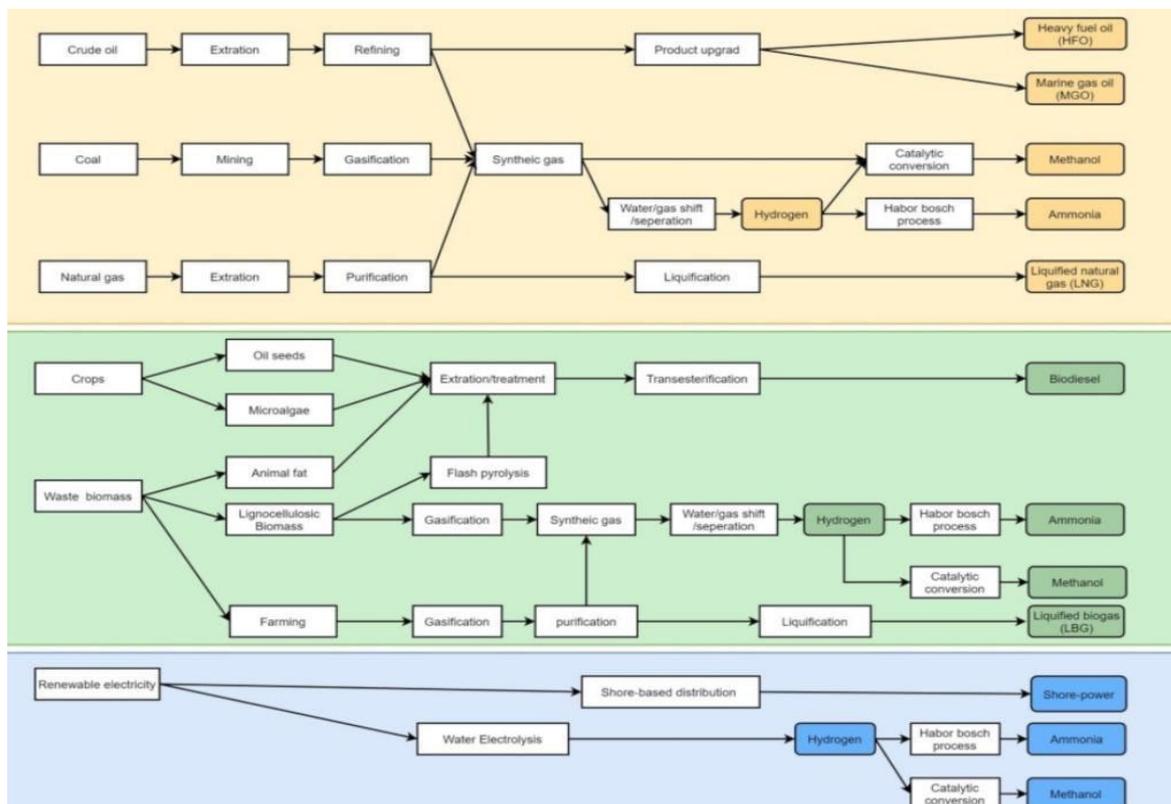
Descarbonização, segundo a definição do dicionário da Academia de Ciências de Lisboa, significa “tirar o carbono” (Academia de Ciências de Lisboa, 2001, p. 1147). Em termos práticos, descarbonizar se refere à eliminação dos combustíveis fósseis (fontes de energia baseadas em carbono) das opções de fontes energéticas para o abastecimento energético do país e do planeta. Isso inclui a transição para fontes de energia renováveis, como solar e eólica, bem como a adoção de práticas que reduzam a dependência de combustíveis fósseis em todas as áreas, desde a produção de energia até os transportes e a indústria.

A poluição do ar, especialmente por CO₂, é um dos maiores desafios para a descarbonização na área portuária. O CO₂ é uma preocupação significativa por seu impacto no aumento do efeito estufa e, conseqüentemente, no aquecimento global (Lammel & GraBl, 1995; Matthias et al., 2010).

O processo de descarbonização do setor marítimo depende da adoção de combustíveis alternativos nos navios e da implementação de processos e tecnologias mais eficientes. O setor logístico deve acompanhar a evolução dos novos combustíveis para cumprir com sucesso as metas ambiciosas. Os combustíveis alternativos considerados incluem biodiesel/diesel sintético, hidrogênio, amônia, metanol, gás natural liquefeito (GNL), gás de petróleo

Integração do CBAM e IMO 2020 no setor portuário: estratégias para a descarbonização liquefeito sintético (GPL) e eletricidade armazenada em baterias. Na figura 2, a seguir as perspectivas gerais dos combustíveis alternativos.

Figura 2 - Perspectiva geral dos combustíveis alternativos e das suas diferentes vias de produção



Fonte: Jornal MDPI 2023

A figura 2 apresenta o processo de produção de cada um dos combustíveis alternativos supramencionados, bem como, dos combustíveis fósseis atualmente empregues no setor marítimo, desde a fonte de energia primária até ao produto final consumido a bordo.

2.2. Regra IMO 2020

A Organização Marítima Internacional (IMO) desempenha um papel crucial na regulamentação das atividades de transporte marítimo, com o objetivo de controlar as emissões prejudiciais para a atmosfera e o meio ambiente. Entre os poluentes controlados pela IMO estão substâncias que destroem a camada de ozônio (SDO), partículas em suspensão (PM), compostos orgânicos voláteis (COV), óxidos de azoto (NOx) e óxidos de enxofre (SOx).

A IMO, como um conselho supremo estabelecido pelas Nações Unidas, é responsável por regular as atividades de transporte marítimo internacional, bem como pela prevenção da poluição ambiental causada pelos navios. A fim de manter o transporte marítimo sob controle

Matheus de Jesus Nascimento, Daniel Sartor Tadeu da Costa, Guilherme Pereira de Lima Dafane Mariano Sales, Alexandre Ricardo Machado

e reduzir a poluição associada às embarcações, a IMO estabeleceu a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (MARPOL 73/78).

Um estudo anterior estimou que o consumo de combustível dos navios aumentará 43,5% até 2050, mesmo no melhor cenário (Eyring et al., 2005). O estudo de Chu Van *et al.* (2019) explora soluções para redução da poluição atmosférica através dos avanços potenciais na produção global de combustíveis e no refino de combustíveis, destacando a tendência de uso

de combustíveis alternativos, especialmente o gás natural liquefeito (GNL). O GNL tem potencial para reduzir significativamente a formação de SO_x e NO_x. Spoof-Tuomi e Niemi (2020) apontam que o GNL não contém enxofre, o que leva à redução nas emissões de SO_x, enquanto a redução nas emissões de NO_x ocorre devido à diminuição das temperaturas de combustão nos motores.

Protocolo de Quioto (KP) foi o primeiro tratado jurídico internacional a estabelecer limites, quantificados, para as emissões de GEE, provenientes dos países envolvidos. Seguindo o princípio das responsabilidades comuns, mas diferenciadas, os países desenvolvidos, tinham obrigação de cumprir com os limites impostos, enquanto, países em vias de desenvolvimento, não possuíam metas quantificadas (Agência Portuguesa do Ambiente, 2021).

2.3. CBAM

Uma das principais medidas contra a descarbonização global dentro do setor portuário é o CBAM (*Carbon Border Adjustment Mechanism*), ou mecanismo de ajuste de fronteira de carbono em português. Esse novo sistema tem o propósito de garantir a redução das emissões de carbono dos produtos importados, sendo aplicado diretamente no valor final desses produtos (*European Commission, 2023*).

Anunciado em julho de 2021, sua primeira fase já está em vigor, sendo válida desde 1 de outubro de 2023 até meados de 2025, essa primeira fase consiste apenas em uma preparação, onde os comerciantes terão apenas que informar sobre as emissões embutidas em suas importações que por enquanto, não serão cobradas de nenhuma forma, e será apenas na segunda fase que ocorrerá a taxação.

O CBAM é um mecanismo criado pela União Europeia que precifica as emissões de carbono, visando diminuir a mesma, ao confirmar que um preço foi pago pelas emissões de carbono incorporadas geradas na produção de certos bens importados para a UE. O CBAM é uma forma de imposto de carbono, é uma política complementar lógica ao EU-ETS e

Integração do CBAM e IMO 2020 no setor portuário: estratégias para a descarbonização promoverá a descarbonização nos principais parceiros comerciais da UE, promovendo assim uma maior colaboração, coordenação e harmonização de políticas e relações internacionais entre esses países (Magacho *et al.*, 2023).

Mecanismo como estes, trazem um incentivo a mais para que outros países que realizam transações com a UE, A União Europeia implementou recentemente um sistema (CBAM) de imposto para evitar a fuga de indústria, este imposto será aplicado para produtos provenientes de países menos ambiciosos em questão de emissões de GEE (EUROPAR, 2021). Intensificando seus esforços para o combate com a emissão de gases com efeito estufa, Exportadores que não consigam rastrear ou declarar suas emissões, ou cujas emissões excedam as de seus concorrentes, enfrentarão o risco de perder parceiros comerciais na União Europeia para competidores mais preparados (Bosschart, 2023). Isso pode incentivar países exportadores, como o Brasil, a estabelecer metas de redução de emissões e regular os mercados de créditos de carbono. Se um exportador tiver adquirido créditos de carbono em seu país de origem para compensar emissões acima do limite, o valor pago por esses créditos poderá ser compensado com o valor necessário para adquirir créditos na União Europeia (Lopes, 2023).

2.4. Aplicação da IMO 2020 porto de Roterdã

O Porto de Rotterdam é considerado um dos portos mais sustentáveis do mundo e afirma estar empenhado cada vez mais em realizar mudanças significativas no que se refere ao meio ambiente. Seu objetivo é combater as mudanças climáticas e, ao mesmo tempo, garantir que o porto e seus arredores sejam seguros, saudáveis e atraentes (*Port of Rotterdam*, 2021), porta-voz do porto, destacou a importância dessas medidas ao afirmar:

Estamos investindo em uma infraestrutura única para calor, vapor, eletricidade e CO₂, por exemplo, fornecendo calor residual da indústria para os fins de aquecimento urbano para residências em Rotterdam, Haia e Leiden. Também estamos incentivando o transporte marítimo verde (usando combustíveis limpos como GNL e energia de costa, e dando descontos para embarcações verdes) e fornecendo espaço para geração de energia sustentável (usando energia solar e eólica). Desta forma, estamos potencializando o clima de negócios para o setor industrial, tornando a área industrial mais eficiente em termos de energia e redução de emissões de CO₂ (*Port of Rotterdam Authority*, 2018).

O porto não mediu esforços para se adequar a nova norma criada pela *International Maritime Organization* (IMO), sendo vigorada desde 1 de janeiro de 2020, a nova regulamentação limita o teor de enxofre presente nos combustíveis das embarcações que antes era de 3,5% m/m (IMO, 2016), passou a ser de apenas 0,5% m/m (IMO, 2020), uma diminuição significativa de 85%. Na figura 2, a seguir é apresentado o teor de enxofre presente nos

Matheus de Jesus Nascimento, Daniel Sartor Tadeu da Costa, Guilherme Pereira de Lima Dafane Mariano Sales, Alexandre Ricardo Machado

combustíveis.

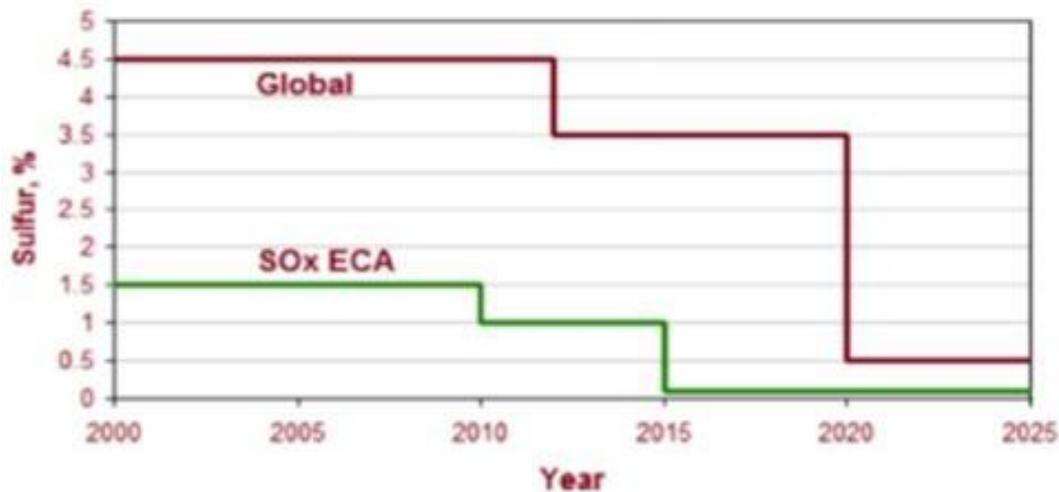


Figura 02 – Percentual de teor de enxofre

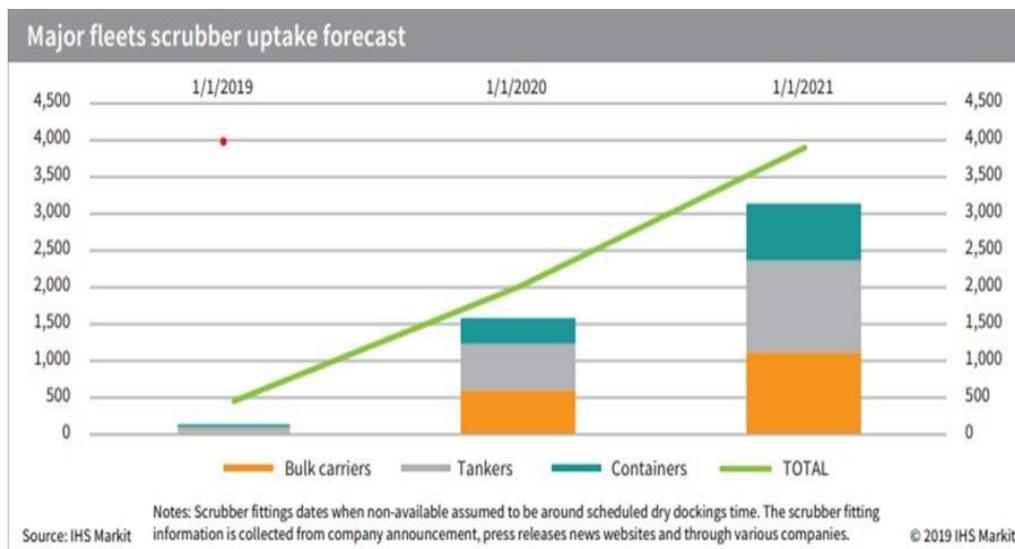
Fonte: Evolução da taxa do percentual de enxofre presente no combustível de embarcações (Rata *et al.*, 2017).

De acordo com o relatório financeiro anual de sustentabilidade do Porto de Rotterdam, o mesmo investiu cerca de 200 milhões de euros em sua infraestrutura, visando principalmente se adequar as regras impostas pela IMO 2020. Tal quantia foi dividida entre aproximadamente 100 milhões para sua infraestrutura visando expandir sua armazenagem e distribuição de combustíveis com baixo teor de enxofre (VLSFO) em 1 milhão de metros cúbicos com novos tanques e terminais especializados, adaptação de terminais com novas bombas, tubulações e sistemas de medição, implementação de sistemas de monitoramento da qualidade do combustível e para que o combustível fornecido atenda a demanda das embarcações. Além de investimentos em sua infraestrutura, Rotterdã contribuiu significativamente com subsídios, incentivos fiscais e regulatórios para que as embarcações que usufruem de seus terminais utilizem tecnologias mais sustentáveis como scrubbers, dispositivos que quando instalados nos escapes dos motores de um navio, reduzem significativamente o teor de enxofre emitido por eles.

A repercussão da IMO 2020 no ramo de *scrubbers* foi de fato grande, para contextualizar, em 2018, de acordo com um webinar realizado pela DNV GL, o número de *scrubbers* presente em navios era de aproximadamente de 1.850, porém apenas entre 1 de janeiro de 2020 e 1 de março de 2021, os navios com *scrubbers* passaram de 2.011 para 3.935 (BIMCO, 2021), demonstrando que a previsão feita pela IHS MARKIT no ano de 2019 no

Integração do CBAM e IMO 2020 no setor portuário: estratégias para a descarbonização
gráfico abaixo está sendo assertiva até o presente momento. No gráfico 03, a seguir mostra previsão para instalação de *scrubbers* em embarcações marítimas.

Figura 03 – Previsão para instalação de scrubbers em embarcações marítimas.



Fonte. IHS MARKIT (2019).

Apesar dos inúmeros benefícios em escala mundial trazidos pela IMO 2020, a implementação total da mesma apresentou desafios até mesmo para porto mais desenvolvidos como o de Rotterrdã, um dos desafios foi o alto custo do combustível com baixo teor de enxofre (VLSFO) exigido pela IMO 2020, sendo mais caro do que em comparação de combustíveis menos sustentáveis.

Outro fator que afetou a implementação da regra, foi a complexa logística que a regulamentação exigiu do porto, exigindo um aumento significativo na produção e distribuição do VLSFO, o que inicialmente ocasionou em uma escassez do mesmo, especialmente durante o período inicial da implementação, como destacado por Michael Traut, diretor de operações da *Bomin Bunker Oil Corp*: "Estamos enfrentando uma demanda sem precedentes por VLSFO desde a implementação da IMO 2020. Isso tem causado uma pressão significativa na cadeia de suprimentos, resultando em atrasos e dificuldades para os navios que buscam reabastecer no Porto de Rotterrdã", empecilho este que gerou principalmente um aumento nos custos operacionais no porto.

Outro desafio que Rotterdam enfrentou foi o impacto ambiental e os custos operacionais gerados pelos *scrubbers* instalados em navios, tal dispositivo, gera resíduos que precisam de um tratamento e descarte adequado pra evitar a poluição marítima, o que gerou um encarecimento de custos operacionais e a necessidade de regulamentação e licenciaturas para o devido gerenciamento dos resíduo gerados pelos *scrubbers*, como ressalta Hans Smits,

Matheus de Jesus Nascimento, Daniel Sartor Tadeu da Costa, Guilherme Pereira de Lima Dafane Mariano Sales, Alexandre Ricardo Machado

presidente da Associação de Portos da Europa (ESPO): "A implementação da IMO 2020 trouxe desafios significativos para os portos europeus, incluindo o Porto de Rotterdam. Os custos operacionais associados aos scrubbers estão impactando os operadores de navios e, por extensão, as operações portuárias."

Portanto em última análise, a implementação da IMO 2020 representou um marco histórico no Porto de Rotterdam, com um cenário desafiador de mudanças e adaptação em direção a um futuro mais limpo e sustentável.

3. MÉTODO

Utilizando o método de estudos bibliográfico qualitativo de caráter exploratório, o objetivo do artigo é apresentar as estratégias, tecnologias e práticas para reduzir as emissões de carbono nas atividades portuárias, destacando a adoção de fontes de energia mais limpas, a melhoria da eficiência energética, e as políticas que incentivam a descarbonização, além de abordar os desafios e oportunidades nesse campo busca-se demonstrar como a União Europeia se certifica de ter maior responsabilidade com a conservação ambiental e como Santos tem a capacidade de se tornar um porto mais ambientalmente correto, adotando estratégias parecidas como as aplicadas em Rotterdam, visto que esse avançado sistema portuário ameniza os danos da poluição atmosférica.

A descarbonização é o processo de redução das emissões de gases de efeito estufa, GEE's, especialmente o dióxido de carbono (CO₂), na atmosfera. Isso é feito através da adoção de medidas e tecnologias que diminuem a quantidade de carbono liberada durante as atividades humanas, visando mitigar os impactos das mudanças climáticas ocasionadas pela ebulição global a transição energética do artigo foi baseada nas normas da IMO 2020 e do CBAM, além da aplicação desses regulamentos no Brasil, fora do setor portuário já podemos observar medidas parecidas como essas, exemplos como a implantação de painéis solares ou turbinas eólicas seja em empresas ou em casas que diminuem o uso da eletricidade proveniente de fontes como carvão, já no setor portuário as ações para descarbonização se baseiam em medidas como uso de biocombustível em vez do diesel e a eletrificação de veículos e máquinas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A preocupação com a emissão de CO₂ está cada vez mais relevante com os aumentos

Integração do CBAM e IMO 2020 no setor portuário: estratégias para a descarbonização de temperatura no Porto de Santos e a evidência da poluição do ar, no entanto para reduzir a poluição causada pelos combustíveis que estão contribuindo para o aquecimento global e danos à atmosfera, Santos está observando como os outros portos lidam com esses problemas, como exemplo Rotterdam, com propósito de encontrar soluções economicamente viáveis.

Dados apontados pela autoridade portuária referente ao porto de Santos, mostra-nos uma comparação detalhada, destacando a quantidade de gases de efeito estufa emitidos por litro e o potencial de cada gás para intensificar o aquecimento global dentro do porto de Santos, conforme dados que são mostrados nas tabelas 2 e 3. A seguir.

Tabela 02 –Potencial de aquecimento global



GÁS	POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL
Dióxido de Carbono (CO ₂)	1
Metano (CH ₄)	28
Óxido de Nitrogênio (N ₂ O)	265

Fonte: GHG Protocol (2023)

Fonte: Autoridade Portuária de Santos (2022)



COMBUSTÍVEL	kg CO ₂ /l	kg CH ₄ /l	kg N ₂ O/l
Óleo Diesel (puro)	2,631	0,0003552	0,000021
Biodiesel (B100)	2,456	0,0003316	0,000020
Gasolina Automotiva (pura)	2,239	0,0003231	0,000019
Etanol Anidro	1,582	0,0002235	0,000013

Fonte: GHG Protocol (2023)

Neste cálculo, deve-se ser observado o percentual de combustível renovável em sua composição, conforme apresentado na Tabela 3.

COMBUSTÍVEL	COMBUSTÍVEL RENOVÁVEL	% DE COMBUSTÍVEL RENOVÁVEL
Diesel comercial	Biosiesel	10%
Gasolina comum	Etanol Anidro	27%

Fonte: GHG Protocol (2023)

Tabela 03 – Fatores de emissão e proporção de combustível renovável
Fonte: adaptado de Autoridade Portuária de Santos (2022)



Matheus de Jesus Nascimento, Daniel Sartor Tadeu da Costa, Guilherme Pereira de Lima Dafane Mariano Sales, Alexandre Ricardo Machado

Em relação à degradação ambiental nos diversos meios tem gerado muitas cobranças sobre sustentabilidade, inclusive nas atividades portuárias, classificadas como altamente poluidoras (Pereira et al., 2016).

O Porto de Roterdã é um sistema portuário competente por focar na sua responsabilidade com a sustentabilidade ambiental, gerando grande benefício como aceleração da transição para combustíveis com emissão zero, estímulo ao desenvolvimento e adoção de tecnologias verdes, redução dos impactos ambientais, estabelecimento de padrões industriais, colaboração internacional para sustentabilidade, benefícios econômicos e ambientais convergentes com objetivo de atender exigências rígidas em termos de sustentabilidade, incluindo qualidade do ar, ruído, transporte, uso de energia, resíduos, etc., todas elas estabelecidas pela Autoridade Portuária de Rotterdam (Port of Rotterdam, 2021),

E em meio ao comércio portuário O sistema CBAM é uma das estratégias que a União Europeia está apostando para incentivar a redução do CO₂, fazendo com que os portos que querem oferecer seus serviços tenham que estar seguindo as exigências do CBAM.

Além do acordo de Paris sobre mudança climática ser uma das mudanças legislativas mais recentes que motivam o porto a reduzir as emissões de CO₂. Então, visando soluções limpas e de baixa emissão de gás carbônico, mudou seu foco para combustíveis e outras soluções mais sustentáveis (Braga, 2020).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentou uma análise sobre diversos pontos que abrangem a necessidade de adaptação do Porto de Santos em direção à sustentabilidade, ressaltando a importância da redução das emissões CO₂ para se manter competitivo e alinhado com as metas globais em relação ao clima do planeta.

A complexidade inerente à infraestrutura portuária, aliada à dependência histórica de combustíveis fósseis, impõe desafios significativos à descarbonização. No entanto, o avanço rumo a combustíveis alternativos em foco na realização de regulamentações mais rigorosas, como as estabelecidas pela Organização Marítima Internacional (IMO), demonstra um compromisso global com a redução das emissões atmosféricas e a preservação ambiental.

O advento do *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM) pela União Europeia



Integração do CBAM e IMO 2020 no setor portuário: estratégias para a descarbonização representa uma abordagem inovadora para incentivar a descarbonização não apenas internamente, mas também em seus parceiros comerciais. Ao precificar as emissões de carbono incorporadas nos produtos importados, o CBAM busca alinhar os preços do carbono e garantir que os objetivos climáticos da UE não sejam comprometidos.

Em última análise, a descarbonização não é apenas uma questão ambiental, mas também econômica e social. Ao abraçar em a direção renovação ambiental e a sustentabilidade, podemos moldar um futuro mais promissor para as gerações presentes e futuras, onde o desenvolvimento econômico está intrinsecamente ligado à proteção do ecossistema e ao bem-estar da sociedade como um todo.

REFERÊNCIAS

- ÁLVAREZ, Paula Sáez. **From maritime salvage to IMO 2020 strategy**: Two actions to protect the environment. *Marine Pollution Bulletin*, v. 170, p. 112590, 2021. Elsevier BV. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112590>. Acesso em: 27 mar. 2024.
- ANP. Dados de E&P. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 2017. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/wwwanp/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/gestao-de-contratos-de-e-p/dados-de-e-p>. Acesso em 25 mar. de 2024
- APA. **Protocolo de Quioto**. Agência Portuguesa do Ambiente, 2021. Disponível em: <https://apambiente.pt/clima/protocolo-de-quioto>. Acesso em 25 mar. de 2024
- ARAÚJO, Silva, Ribeiro, **Sustentabilidade e descarbonização**. Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/64860/3/2020_Araujo_Silva_Ribeiro_sustentabilidade_e_descarbonizacao.pdf. Acesso em 25 mar. de 2024.
- BBC. **How hydrogen fuel could decarbonise shipping**, 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/future/article/20201127-how-hydrogen-fuel-could-decarbonise-shipping>. Acesso em: 27 mar. 2024.
- BOSSCHART, Louise Emily. **Entenda o que é o CBAM da UE e qual o impacto para o Brasil**, 2023. Disponível Em: <https://epbr.com.br/entenda-o-que-e-o-ajuste-de-fronteira-de-carbono-cbam-da-ue-e-o-impacto-para-o-brasil/>. Acesso em: 22 mar. 2024.
- BRAGA, Rafael Costa Morgado Soares. **Gestão Ambiental em Portos Brasileiros: Contributos para melhoria considerando boas práticas em Port**, 2020. 196 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2020. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10216/131572>. Acesso em: 26 mar. 2024.



Matheus de Jesus Nascimento, Daniel Sartor Tadeu da Costa, Guilherme Pereira de Lima Dafane Mariano Sales, Alexandre Ricardo Machado

- BRASIL. Marinha do Brasil. Circular nº 7, de 22 de novembro de 2019. **Óleo combustível para navios com limite do teor de enxofre de 0,50% m/m - Anexo VI da Convenção MARPOL 73/78.** Rio Janeiro, RJ, 2019a. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br/dpc/files/legislacao/circulares/circular%207-2019%20anexo%20vi%20marpol-1-4%20.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2024
- BUREL, F.; TACCANI, R.; ZULIANI, N. **Improving sustainability of maritime transport through utilization of Liquefied Natural Gas (LNG) for propulsion.** *Energy*, 57, 412–420, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.5.2>. Acesso em 25 mar. de 2024.
- CORRÊA, M.L., F.S.; CHANG, H. K. Migração de depocentros na Bacia de Santos: importância na exploração de hidrocarbonetos. **Revista Brasileira de Geociências**, 38(2- suplemento), 111-127, 2008. doi: 10.25249/0375-7536.2008382S111127. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/288033241_Migracao_de_depocentros_na_Bacia_d_e_Santos_importancia_na_exploracao_de_hidrocarbonetos. Acesso em: 26 mar. 2024.
- EUROPAR. **Fuga de carbono:** Impedir que as empresas evitem regras de emissões. EUROPAR 2021. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20210303STO99110/fuga>. Acesso em: 22 mar. 2024.
- EUROPEAN COMMISSION. **Carbon Border Adjustment Mechanism.** Disponível em: https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en. Acesso em: 22 mar. 2024.
- EUROPEAN COMMISSION. **The European Green Deal**, 2021, June 10. Disponível em: https://commission.europa.eu/publications/delivering-european-green-deal_pt. Acesso em: 15 mar. 2024.
- FERREIRA, Amanda Spada; MUNDIM, Any Leslie Vilela Machado; COSTA, Barbara Regina Lopes Costa; OLIVEIRA, Gabriele Oller de; COSTA, TAÍZA DA. **O porto de Rotterdam e projetos sustentáveis.** Disponível em: <https://fateclog.com.br/anais/2021/217-230-1-RV.pdf> Acesso em: 15 mar. 2024.
- IPCC. **Mudanças Climáticas 2021.** A Base das Ciências Físicas. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>. Acesso em: 21 mar. 2024.
- LAMMEL, G.; GRAßL, H. **Greenhouse effect of NOX.** *Environmental Science and Pollution Research*, 2(1), 40–45, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02987512>. Acesso em 25 mar. de 2024



Integração do CBAM e IMO 2020 no setor portuário: estratégias para a descarbonização

- LEVENT Bilgili, **Comparação do ciclo de vida dos combustíveis navais para o limite de enxofre IMO 2020**. *Ciência do Meio Ambiente Total* Volume 774, 20 junho 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969721007865>. Acesso em: 15 mar. 2024.
- MAGACHO, G. *et al.* **Impacts Of The CBAM On EU Trade Partners: Consequences For Developing Countries**. *Climate Policy*, 1–17, 2023. Disponível Em: <https://doi.org/10.1080/14693062.2023.2200758>. Acesso em: 22 mar. 2024.
- MDPI, Wang, Y.; WRIGHT, L. A. **A Comparative Review of Alternative Fuels for the Maritime Sector: Economic, Technology, and Policy Challenges for Clean Energy Implementation**. *World*, 2(4), 456–481, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/world204002>. Acesso em 25 mar. de 2024
- MEPC. MEPC.304(72) - **Initial IMO strategy on reduction of GHG emissions from ships**. IMO Publication, 1–11, 2018. Disponível em: <http://www.imo.org>. Acesso em 25 mar. de 2024.
- PEREIRA, Bianca Lima *et al.* **"Greens Ports" e o Porto de Santos**. 2016. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Santa Cecília, Santos, 2016. Disponível em: <https://cursos.unisanta.br/civil/GREEN-PORTS.asp>. Acesso em: 26 mar. 2024.
- PORT OF ROTTERDAM AUTHORITY. **Highlights Of The 2017 Annual Report**. Rotterdam: Port Of Rotterdam Authority, 2018. 16 p. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-02832019000100175&script=sci_arttext. Acesso em: 22 mar. 2024.
- PORT OF ROTTERDAM. **Plan your container transport with navigate**, 2021. Disponível em: <https://www.portofrotterdam.com/en>. Acesso em: 22 mar. 2024.
- PORT OF ROTTERDAM. Rotterdam. **Hydrogen in Rotterdam: Which Rotterdam parties are making the transition to hydrogen?** 2023. Disponível em: <https://www.portofrotterdam.com/en/port-future/energy-transition/ongoing>. Acesso em: 22 mar. 2024.
- PORT OF ROTTERDAM. **Sustainability 2021**. Port of Rotterdam. Disponível em: <https://www.portofrotterdam.com/en/our-port/our-themes/a-sustainable-port/sustainability>. Acesso em: 26 mar. 2024.