

IMPACTO DAS EMISSÕES DE CO₂, SO_x E NO_x DE NAVIOS CISTERNA-TANQUE NO PORTO DE SALVADOR: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA A ECONOMIA AZUL

Katty Santos da Silva Marques¹; Anderson da Silva Palmeira²; Davidson Martins Moreira²

¹ Doutoranda em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial; Doutorado-FAPESB; katty.silva@outlook.com

² Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; davidson.moreira@fieb.org.br; andersonpalmeira@icloud.com

RESUMO

O estudo analisa as emissões de CO₂, SO_x e NO_x de navios cisterna-tanque atracados no Porto de Salvador em 2013 e 2017, visando estratégias de mitigação alinhadas à economia azul. O foco no estado atracado decorre da maior viabilidade e impacto direto das emissões nesta fase operacional. Reconhecendo o papel significativo destas emissões na degradação do meio ambiente marinho, na qualidade do ar e nos riscos para a saúde pública, além de sua contribuição para as mudanças climáticas, o estudo visa quantificar essas emissões específicas. O objetivo é identificar estratégias eficazes de mitigação, alinhadas aos princípios da economia azul, que possam ser implementadas para reduzir o impacto ambiental das operações portuárias e promover a sustentabilidade no setor marítimo. A análise foca em dados quantitativos das emissões dos navios cisterna-tanque, buscando contribuir para um desenvolvimento portuário mais sustentável e responsável.

PALAVRAS-CHAVE: Economia azul; Emissões atmosféricas; Navios cisterna-tanque; Porto de Salvador; Python.

1. INTRODUÇÃO

Entendendo a importância do controle das emissões atmosféricas e no contexto da economia azul, este estudo se concentra nas emissões de CO₂, SO_x e NO_x por navios cisterna-tanque no Porto de Salvador, com especial atenção ao modo atracado.^{1,2,3} A fase de atracação é particularmente relevante, uma vez que os navios imobilizados e operando seus motores auxiliares para manutenção de sistemas críticos, se tornam fontes estacionárias significativas de poluentes. Assim, ao quantificar as emissões geradas durante a atracação é possível obter uma compreensão mais profunda do impacto localizado que estas têm sobre a qualidade do ar portuário e sobre a saúde das populações costeiras adjacentes.

A interação entre estas emissões e o meio ambiente marinho inclui a acidificação dos oceanos e o comprometimento da biodiversidade marinha, enquanto o impacto na saúde pública pode ser observado através do aumento de doenças respiratórias e cardiovasculares nas populações costeiras. Diante dessas considerações, o Porto de Salvador, sendo um ponto nevrálgico para o comércio marítimo nacional e internacional, emerge como um local de estudo relevante para investigar a magnitude dessas emissões e suas implicações.^{4,5,6}

A abordagem focada na fase de atracação ressalta a posição do Porto de Salvador como uma peça central no puzzle da sustentabilidade marítima. O estudo objetiva mapear a contribuição dessas emissões para a poluição local, para tornar possível a formulação de estratégias de mitigação coerentes com a economia azul e, conseqüentemente, fomentar práticas portuárias mais limpas, que salvaguardem os ecossistemas marinhos.⁷

2. METODOLOGIA

A metodologia empregada para quantificar as emissões de CO₂, SO_x e NO_x dos navios cisterna-tanque no Porto de Salvador foi baseada na seguinte equação geral para o cálculo de emissões:⁹

$$E_{atr(g)} = T_{(horas)} * \left[\left(MP_{(kW)} * FC_{mp(\%)} * FE_{(g/kWh)} \right) + \left(MA_{(kW)} * FC_{ma(\%)} * FE_{(g/kWh)} \right) \right]$$

onde E_{atr} representa as emissões totais enquanto atracado, T (horas) é o tempo médio de atracação do navio, $MP_{(kW)}$ a potência média do motor principal, $FC_{mp(\%)}$ o fator de carga do motor principal, $FE_{(g/kWh)}$ o fator de emissão para o motor principal, $MA_{(kW)}$ a potência média do motor auxiliar, e $FC_{ma(\%)}$ o fator de carga para o motor auxiliar.

O Porto de Salvador foi escolhido como área de estudo devido à sua importância estratégica para o comércio marítimo nacional e internacional, sendo um ponto crítico para a movimentação de mercadorias em contêineres. A análise concentrou-se nos navios cisterna-tanque devido ao seu papel significativo no perfil de emissões do porto. A base de dados para este estudo constitui um elemento fundamental para a acurácia da ISSN 0805-2010 – Anuário de resumos expandidos apresentados no IX SAPCT - SENAI CIMATEC, 2024

análise das emissões. Informações detalhadas sobre a atividade dos navios cisterna-tanque foram meticulosamente compiladas a partir dos registros administrados pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), que oferece uma visão abrangente das operações marítimas no Brasil. De maneira complementar, a Companhia das Docas do Estado da Bahia (CODEBA) forneceu dados operacionais específicos do Porto de Salvador, reforçando a relevância do estudo para a região e suas implicações logísticas e ambientais.

Dados cruciais sobre os tipos e quantidades de combustíveis utilizados pelos navios foram obtidos por meio da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), cuja contribuição é vital para compreender a pegada ambiental das operações portuárias. A integração destas múltiplas fontes de dados garante uma análise robusta e representativa das emissões. A ferramenta analítica escolhida para o processamento de dados e a execução dos cálculos de emissões foi a linguagem de programação Python. Reconhecida por sua versatilidade e suporte abrangente para análise de dados, Python permite a aplicação de algoritmos avançados e a manipulação eficiente de grandes conjuntos de dados.

Os critérios para seleção e classificação das emissões seguiram os padrões estabelecidos pela Organização Marítima Internacional (IMO), garantindo que a metodologia estivesse alinhada com as melhores práticas internacionais. Esta metodologia permitiu a identificação precisa das emissões de gases poluentes provenientes de navios cisterna-tanque enquanto atracados, fornecendo uma base sólida para o desenvolvimento de estratégias de mitigação no contexto da economia azul.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das emissões atmosféricas no Porto de Salvador, abrangendo os anos de 2013 e 2017, desvenda um cenário onde os navios do tipo cisterna-tanque emergem como preponderantes na contribuição para o perfil de poluentes emitidos. Em 2013, tais embarcações foram responsáveis por parcelas consideráveis das emissões totais, correspondendo a 24,2% para NO_x, 25,2% para SO₂ e 22% para CO₂. Ao longo do período examinado, observou-se um crescimento significativo nas emissões desses navios, com incrementos de 20% para NO_x, 19,7% para SO₂ e 20,3% para CO₂, respectivamente. Essas constatações sublinham a relevância dos navios cisterna-tanque como vetores centrais na emissão de poluentes atmosféricos nos domínios portuários, evidenciadas nas Figuras 1, 2 e 3.

Figura 1. Perfil das Emissões de NO_x

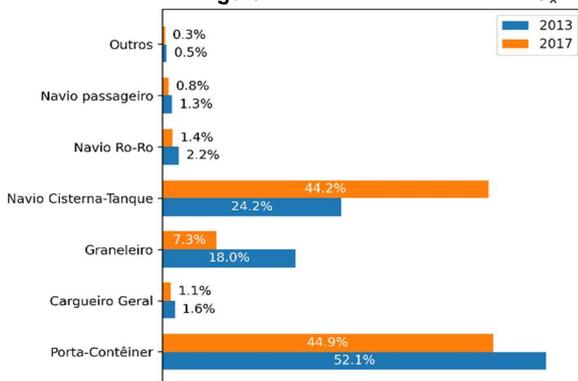


Figura 2. Perfil das Emissões de SO₂

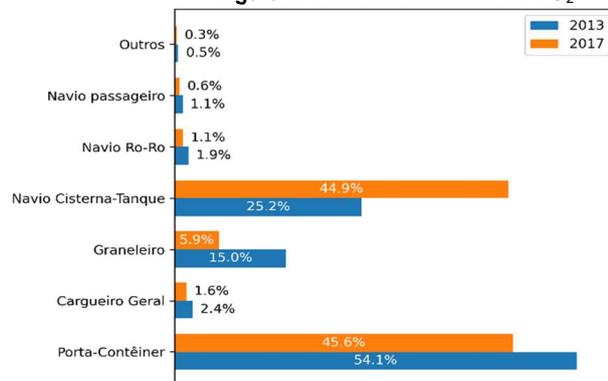
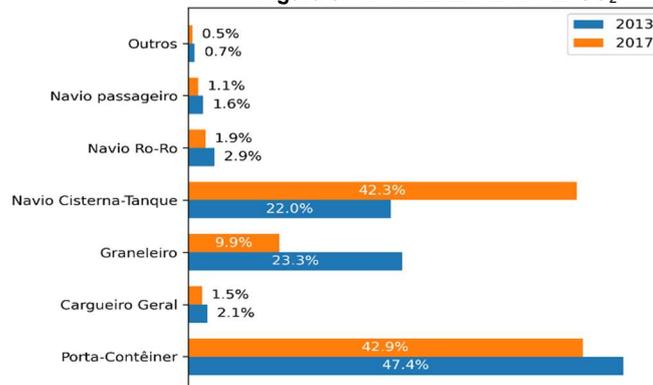


Figura 3. Perfil das Emissões de CO₂



A análise das emissões no Porto de Salvador destaca a necessidade urgente de medidas de mitigação, especialmente para os navios cisterna-tanque, grandes emissores de CO₂, NO_x e SO₂. A revisão das regulamentações da IMO em 2020, que reduziu o teor máximo de enxofre nos combustíveis de 3,5% para 0,5%, sublinha a importância de estratégias de descarbonização alinhadas com metas ambientais globais. Essas ações são cruciais para a sustentabilidade portuária e a saúde pública, marcando passos significativos em direção a uma economia marítima mais limpa.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo destaca a relevante contribuição dos navios cisterna-tanque às emissões de CO₂, NO_x e SO_x no Porto de Salvador, reforçando a urgência de implementar estratégias eficazes de mitigação para minimizar o impacto ambiental e promover práticas sustentáveis no setor marítimo. A revisão das regulamentações sobre o teor de enxofre em combustíveis marítimos indica avanços, mas ainda há um longo caminho para alcançar uma significativa redução das emissões. Este é um trabalho inicial que ressalta a importância de um inventário detalhado de emissões, essencial para modelagens computacionais futuras e desenvolvimento de políticas de descarbonização, enfatizando a necessidade de uma abordagem colaborativa para enfrentar os desafios ambientais no setor marítimo e portuário.

Agradecimentos

Agradecemos ao Centro Universitário Senai Cimatec e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo suporte e recursos providos, que foram fundamentais para a realização deste estudo.

5. REFERÊNCIAS

- ¹VIEIRA, Giovani Giulio Tristão Thibes; SALLES, Maurício Barbosa de Camargo; MONARO, Renato Machado. Methodology to evaluate the potential reduction of CO₂ emissions in hybrid powered ships. 2023.
- ²MACHADO, Alexandre Ricardo. Transporte Marítimo Sustentável–Transporte Verde. Estudios de Derecho Iberoamericano Volumen III, p. 26, 2019.
- ³DE SOUZA, Carolina Lucio et al. Onshore Power Supply: Uma alternativa para a redução de poluentes no período de atracação. Revista Observatório Portuário, v. 2, n. 1, p. 80-91, 2023.
- ⁴CAPEZZA, Christian et al. A functional data analysis approach for the monitoring of ship CO₂ emissions. Gestão & Produção, v. 28, p. e152, 2021.
- ⁵SOUZA, Gustavo Ramos; DA MATA LEITE, Nicolas Augusto. A BR DO MAR E AS OPERAÇÕES DE CABOTAGEM NO BRASIL: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO. REVISTA FOCO, v. 16, n. 6, p. e2218-e2218, 2023.
- ⁶SANTOS, Ana Paula Menezes et al. Interferências do Complexo Portuário em meio urbano. Unisanta BioScience, v. 6, n. 3, p. 188-197, 2017.
- ⁷MUSARRA, Raíssa Moreira Lima Mendes. O Papel do Subnacional nas Políticas direcionadas às Mudanças Climáticas e Emissões de GEEs no Brasil. DELOS: Desarrollo Local Sostenible, v. 12, n. 35, 2019.
- ⁸VALOIS, I. M. et al. Emission of greenhouse gases in the atmosphere of the Manaus city due to burning of fossil fuels; Emissão de gases poluentes na atmosfera urbana da cidade de Manaus devida a queima de combustíveis fosseis. 2009.
- ⁹ENTEC. Creating the environmental for business. Defra UK Ship Emissions Inventory. Disponível em: https://ukair.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat15/1012131459_21897_Final_Report_291110.pdf. 1–268. 2010. Acesso em: 24 set. 2021