



NAUTICAIR - MONITORAMENTO EM TEMPO REAL DE EMISSÕES DE GASES EM NAVIOS

Andrei Carneiro (ETEC ZONA LESTE) andrei.carneiro@etec.sp.gov.br

Daniel Batista (ETEC ZONA LESTE) daniel.batista36@etec.sp.gov.br

Millena Nunes (ETEC ZONA LESTE) millena.nunes@etec.sp.gov.br

Nikolas Heiderich (ETEC ZONA LESTE) nikolas.heiderich@etec.sp.gov.br

Orientador: Carlos Alberto P. da Silva (ETEC ZONA LESTE) carlos.silva760@etec.sp.gov.br

RESUMO

Uma das principais metas ambientais do setor portuário é a descarbonização, ou seja, reduzir ou eliminar as emissões de gases de efeito estufa (GEE), como o dióxido de carbono (CO₂). No contexto brasileiro, estudos apontam que o uso de hidrogênio verde, a transição energética e a criação de incentivos governamentais são elementos fundamentais para viabilizar esse processo (STEINER et al., 2023). Nesse cenário, o projeto propõe um sistema embarcado com sensores ambientais para monitorar emissões de navios em tempo real, promovendo conscientização ao tornar os impactos visíveis e incentivando operações mais limpas. O sistema utiliza o microcontrolador ESP32 (Wi-Fi), sensores MQ-135 (qualidade do ar) e MH-Z19 (CO₂). Os dados são processados localmente com LEDs indicadores e enviados via API para banco de dados, interface de visualização e histórico acessível aos administradores. Além disso, o sistema possibilita calcular a pegada de carbono e estimar créditos de carbono. Essa abordagem está em consonância com pesquisas que evidenciam a viabilidade do uso de tecnologias IoT de baixo custo para monitoramento ambiental de forma precisa e acessível (BARROS et al., 2025). Outro aspecto relevante é a implementação dos chamados smart ports, que combinam digitalização, sustentabilidade e inovação tecnológica. Tais iniciativas são consideradas estratégicas para atender às exigências de protocolos ambientais internacionais, como o CBAM e a IMO 2020 (NASCIMENTO et al., 2025). Conclui-se que, ao integrar sensores ambientais, conectividade IoT e análise de dados em uma solução prática, o sistema proposto oferece uma resposta eficaz aos desafios ambientais do setor portuário, aliando inovação, responsabilidade socioambiental e potencial de escalabilidade. O estudo é relevante por integrar sensores, conectividade IoT e análise de dados em uma proposta de baixo custo e alta aplicabilidade, alinhada ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº13 da ONU – Ação contra a mudança global do clima (ONU, 2025).



Palavras-Chaves: Descarbonização; Internet das Coisas; Sustentabilidade; Setor portuário; Pegada de carbono.

Referências

BARROS, N. N.; DIAS, A. M.; RUSCHEL, R. C.; XIMENES, T. S. S. Monitoramento por IoT para avaliação de consumo de energia e água de ambiente laboratorial. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 25, e138018, jan./dez. 2025. DOI: 10.1590/s1678-86212025000100843. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/WSys4Tp7brX7w83Yvt39YgP/>. Acesso em: 10 ago. 2025.

NASCIMENTO, M. J.; COSTA, D. S. T.; LIMA, G. P.; SALES, D. M.; MACHADO, A. R. Integração do CBAM e IMO 2020 no setor portuário: estratégias para a descarbonização. *Revista Conecta*, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 35–49, 2025. Disponível em: <https://www.fatecrl.edu.br/revistaconecta/index.php/rc/article/view/284>. Acesso em: 10 ago. 2025.

ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável** | As Nações Unidas no Brasil. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 24 ago. 2025.

STEINER, L. V. et al. Descarbonização do setor portuário: iniciativas, tecnologias e o contexto do Brasil neste cenário. In: **CIDESPORT – Congresso Internacional de Desempenho Portuário**, Florianópolis, 29 nov.–1 dez. 2023. Florianópolis: [s.n.], 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/376829464_Descarbonizacao_do_setor_portuario_iniciativas_tecnologias_e_o_contexto_do_brasil_neste_cenario. Acesso em: 05 ago. 2025.