

Metodologia para Inventário de Emissões de GEE dos Portos do RJ e Itaguaí

Objetivo da consultoria: Elaborar e implementar a metodologia para realização de um inventário de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) para os portos do Rio de Janeiro (RJ) e de Itaguaí

Consultor: Eduardo Baltar de Souza Leão

Contratante: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - UNESCO

Produto: Produto 2: Levantamento de boas práticas internacionais no que se refere a metodologias de inventariação de emissões de GEE para os Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí e seu entorno

Data: 20 de maio de 2025

Assinatura:

Sumário

1. Introdução	4
2. Contexto.....	6
3. Os Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí.....	9
3.1. Porto do Rio de Janeiro	9
3.2. Porto de Itaguaí	11
4. Análise de Experiências Internacionais e Nacionais.....	13
5. Discussão sobre Metodologia a ser implementada	19
6. A Metodologia GHG Protocol	22
6.1. Princípios	23
6.2. Período de análise	24
6.3. Gases considerados	25
6.4. Limites Organizacionais	26
6.5. Limites Geográficos	27
6.6. Limites Operacionais e Fontes de Emissões.....	30
6.7. Fontes Excluídas.....	36
6.8. Metodologia para cálculo das emissões das embarcações	42
6.8.1. Embarcações oceânicas.....	42
6.8.1.1. Coleta de dados	43
6.8.1.2. Emissões por etapa	46
6.8.1.3. Etapa de trânsito	47
6.8.1.4. Etapa de fundeio	49
6.8.1.5. Etapa de navegação interna	49
6.8.1.6. Etapa de manobra	49
6.8.1.7. Etapa de permanência no berço	49
6.8.1.8. Emissões totais	50
6.8.1.9. Embarcações portuárias	51
6.8.1.10. Dados coletados	51
6.8.1.11. Consumo energético	52
6.8.1.12. Emissões	53

Metodologia para Inventário de Emissões de GEE dos Portos do RJ e Itaguaí

6.8.1.13.	Análise dos resultados	53
7.	Coleta de Dados	55
8.	Relatório	55
9.	Conclusão e Próximos Passos	58
10.	Referências	59

1. Introdução

Em março de 2025, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) contratou o consultor Eduardo Baltar de Souza Leão (de agora em diante referido como “Consultor”) com a finalidade de elaborar e implementar a metodologia para realização de um inventário de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) para os portos do Rio de Janeiro (RJ) e de Itaguaí, administrados pela Autoridade Portuária PortosRio.

O contrato prevê a entrega dos seguintes produtos:

- **Produto 1:** Documento técnico com plano de trabalho para elaboração da metodologia de inventariação das emissões de GEE para os Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí.
- **Produto 2:** Documento técnico com o levantamento de boas práticas internacionais no que se refere a metodologias de inventariação de emissões de GEE para os Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí e seu entorno.
- **Produto 3:** Documento técnico contendo a metodologia de inventariação de emissões de GEE para o território do Porto do Rio de Janeiro.
- **Produto 4:** Documento técnico contendo a metodologia de inventariação de emissões de GEE para o território do Porto de Itaguaí.

Para a entrega desses produtos, as seguintes atividades estão previstas:

Produto 1

- Atividade 1: Definir os objetivos e âmbito de estudo para os produtos 2 e 3;
- Atividade 2: Reunir com equipe técnica do projeto;
- Atividade 3: Apresentar plano de trabalho para elaboração da metodologia de inventariação das emissões de GEE para os Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí.

Produto 2

- Atividade 1: Realizar o levantamento de documentos relacionados com os diferentes contextos mundiais;
- Atividade 2: Realizar pesquisa bibliográfica sobre os Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí e seu entorno;
- Atividade 3: Apresentar conteúdos, recolhidos das atividades anteriores, em reuniões de alinhamento com a equipe técnica do projeto e da UNESCO.

Produto 3

- Atividade 1: Participar de reuniões de alinhamento com a equipe técnica do projeto e da PortosRio, quando solicitado;
- Atividade 2: Realização de visita técnica ao Porto do Rio de Janeiro.
- Atividade 3: Apresentar um documento técnico contendo a metodologia de inventariação de emissões de GEE para o território do Porto do Rio de Janeiro.

Produto 4

- Atividade 1: Participar de reuniões de alinhamento com a equipe técnica do projeto e da PortosRio, quando solicitado;
- Atividade 2: Realização de visita técnica ao Porto de Itaguaí.
- Atividade 3: Apresentar um documento técnico contendo a metodologia de inventariação de emissões de GEE para o território do Porto de Itaguaí.

O contrato prevê as seguintes datas limites para entrega dos produtos:

- Produto 1: até 12/04/2025
- Produto 2: até 11/06/2025;
- Produto 3: até 08/11/2025;
- Produto 4: até 26/12/2025.

Este documento, elaborado pela Consultor, tem como finalidade apresentar o Documento técnico com o levantamento de boas práticas internacionais no que se

refere a metodologias de inventariação de emissões de GEE para os Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí e seu entorno, que constitui, o Produto 02 desse contrato.

2. Contexto

Os portos do Rio de Janeiro e de Itaguaí são portos de grande importância para a movimentação marítima nacional e de exportação e importação de bens do país. Estes portos representaram cerca de 6% da movimentação portuária brasileira em 2024 (ANTAQ, 2025a). O porto do Rio de Janeiro se destaca pela movimentação de carga containerizada, que representou cerca de 77% da movimentação do terminal no ano de 2024. Já o porto de Itaguaí apresentou uma movimentação de carga fortemente calcada no transporte de minério de ferro, com 95% da movimentação em 2024.

Ambos os portos são importantes para navegação de longo curso¹, ou seja, o transporte de cargas para exportação ou importação. O porto do Rio de Janeiro também se destaca pela cabotagem², cuja navegação representou em 2024 cerca de 34% da movimentação total no porto, seja para embarque quanto para desembarque, frente aos 66% da navegação de longo curso (ANTAQ, 2025a).

No contexto do transporte marítimo, tanto o modal quanto a cadeia logística portuária representam uma parcela significativa em termos de demanda energética. Essa demanda é majoritariamente suprida por vetores energéticos cuja matéria prima é de origem fóssil (FABER, HANAYAMA, *et al.*, 2020), e que por consequência, geram emissões de gases de efeito estufa.

A Organização Marítima Internacional (IMO, do inglês *International Maritime Organization*) estima que o setor marítimo é responsável pela emissão de cerca de 1 bilhão de toneladas de dióxido de carbono equivalente³ (CO_{2e}) por ano, o que representa cerca de 2% das emissões mundiais (WORLD ECONOMIC FORUM, 2024).

¹ A navegação de longo curso é realizada entre portos brasileiros e estrangeiros (LOPES DA SILVA, 2020).

² A navegação de cabotagem é feita entre portos ou pontos do território brasileiro, utilizando a via marítima ou esta e as vias navegáveis interiores (LOPES DA SILVA, 2020).

³ CO₂ equivalente (CO_{2e}) é a unidade de medida para o potencial de aquecimento global (GWP, do inglês *Global Warming Potential*).

Nesse sentido, a comunidade naval tem empreendido esforços para reduzir as emissões relacionadas ao setor, e por conta disso, a demanda por ações de descarbonização dos portos também tem crescido. Para definição dessas ações, a primeira grande medida inicial que deve ser adotada é a quantificação de emissões por parte do ambiente portuário.

Essa quantificação, comumente chamada de inventário de emissões de gases de efeito estufa (GEE), deve ser realizada conforme normas estabelecidas por órgãos reconhecidos. O levantamento das experiências de portos internacionais, como os de Houston, Los Angeles, Nova Iorque, Nova Jersey, Oakland e Yangpu, e nacionais, como os de Santos e de Suape, e a revisão de literatura aponta que a metodologia GHG Protocol deve ser adotada como referência para a estruturação e reporte dos inventários de emissões de autoridades portuárias e os cálculos de emissões de embarcações oceânicas e portuárias seguir as recomendações da EPA (2022).

A metodologia GHG Protocol para quantificação e reporte de emissões (GHG PROTOCOL INITIATIVE, 2011, 2015), desenvolvida pelo WRI (*World Research Institute*) e pelo WBCSD (*World Business Council Sustainability Development*), é a mais utilizada para ambientes corporativos e será adotada como pilar para o desenvolvimento dos inventários de emissões de GEE dos Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí.

Conforme essa metodologia, as emissões podem ser classificadas em três escopos distintos. Essa diferenciação é realizada para facilitar a delimitação de fontes diretas e indiretas, organizando assim uma metodologia padrão para o cálculo e evitando possíveis duplas contagens de emissões:

- As emissões de escopo 1 se referem às emissões diretas de gases de efeito estufa geradas por fontes de propriedade ou de controle operacional da empresa. Exemplos são embarcações portuárias, automóveis, empilhadeiras, geradores, fornos, caldeiras ou processos industriais próprios;
- As emissões de escopo 2 estão relacionadas ao consumo de eletricidade comprado pela empresa, ou seja, emissões indiretas por consumo de

Metodologia para Inventário de Emissões de GEE dos Portos do RJ e Itaguaí

eletricidade. É importante ressaltar que apesar da emissão da geração de eletricidade não ocorrer no local de consumo, essas emissões são contabilizadas pela empresa que adquire a energia;

- As emissões de escopo 3 consideram as demais emissões indiretas que não são contabilizadas no escopo 2. Para a contabilização das emissões desse escopo, são consideradas as emissões das fontes de emissões envolvidas na cadeia de negócio da organização, mas que não são de posse ou do controle da empresa.

Ao longo do documento, são identificadas e discutidas as categorias de emissões previstas pela metodologia GHG Protocol e sua aplicabilidade ao contexto das atividades dos portos do Rio de Janeiro e Itaguaí.

Esse documento tem o objetivo de, levando em consideração experiência de portos anteriores e a revisão de literatura especializada, levantar boas práticas internacionais no que se refere a metodologias de inventariação de emissões de GEE para os Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí e seu entorno e propor e trazer elementos da metodologia a ser adotada.

Para atender a esse objetivo, ele está estruturado apresentando primeiramente uma contextualização dos portos do Rio de Janeiro e Itaguaí. Posteriormente, um levantamento de inventários de portos nacionais e internacionais é apresentado. Por fim, é realizada uma análise da metodologia que a ser aplicada para a inventariação das emissões dos portos do Rio de Janeiro e Itaguaí para uma seguinte conclusão.

3. Os Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí

3.1. Porto do Rio de Janeiro

O porto do Rio de Janeiro é um porto de uso público, inaugurado oficialmente em 1910, situado na costa oeste da Baía de Guanabara, na cidade do Rio de Janeiro, cuja Autoridade Portuária responsável é a Companhia Docas do Rio de Janeiro, também chamada de PortosRio.

A Autoridade Portuária é uma empresa pública vinculada ao Ministério de Portos e Aeroportos do Brasil, sendo responsável por gerir ambos os espaços marítimos e terrestres da região portuária e fundada em 1973. É também responsável pela administração dos portos de Itaguaí, Niterói e Angra dos Reis, todos localizados no estado do Rio de Janeiro.

Os primeiros projetos para a construção do porto do Rio de Janeiro surgiram em 1870, época na qual a atividade portuária era realizada em trapiches em diversos locais, como a Estrada de Ferro Central do Brasil, Ilha dos Ferreiros, Moinho Fluminense, Moinho Inglês e no Dique da Saúde (COMPANHIA DOCAS DO RIO DE JANEIRO, 2016).

O acesso marítimo ao porto ocorre pela entrada da Baía de Guanabara, com 1,5 km de largura e 12 metros (m) de profundidade mínima entre os faróis do Pão de Açúcar e da Fortaleza de Santa Cruz, seguindo por um canal navegável de 18,5 km com 150 m de largura mínima e profundidade de até 17 m (COMPANHIA DOCAS DO RIO DE JANEIRO, 2016, PORTOSRIO, 2025b). A Figura 1 apresenta a área do porto do Rio de Janeiro, delimitada em vermelho.

O Porto do Rio de Janeiro possui uma área operacional de 1 milhão de metros quadrados, cais acostável de 6.825 metros, 29 berços, 17 pátios abertos e 23 armazéns. Atualmente, existem 10 terminais arrendados:

- Píer Mauá S/A (Terminal de Cruzeiros);

Metodologia para Inventário de Emissões de GEE dos Portos do RJ e Itaguaí

- Terminal de Trigo do Rio de Janeiro - Logística S/A (Terminal de Granéis Vegetais, especialmente trigo);
- Petróleo Brasileiro S/A PETROBRÁS (Terminal de Apoio Logístico *Offshore* - Arrendamento Transitório);
- Triunfo Logística Ltda (Terminal de Produtos Siderúrgicos, Carga Geral e Apoio Logístico *Offshore*);
- MultiCar Rio Terminal de Veículos S/A (Terminal de Veículos);
- MultiRio Operações Portuárias S/A (Terminal de Contêineres);
- ICTSI Rio Brasil Terminal 1 S/A (Terminal de Contêineres);
- ICONIC Lubrificantes S/A (Terminal de Granel Líquido);
- ULTRACARGO Logística S/A (Terminal de Granel Líquido - Arrendamento Transitório);
- RDJ11, recém arrendado pelo Consórcio Porto do Rio de Janeiro (Terminal de Carga Geral e Granel Sólido).

Alguns dos armadores que atuam no porto são CCL, CMA-CGM, CSCL, DSR, Guimaldi, Hanjin, Libra Navegação, Maersk, MSC, Hamburg Sud, China Shipping, entre outros (PORTOSRIO, 2025b).

Entre os anos de 2010 e 2024, o porto apresentou uma movimentação média de carga de 25,7 milhões de toneladas ao ano, dos quais cerca de 68% foram de graneis líquidos ou gasosos. Destaca-se também a crescente movimentação de carga em contêineres, que em 2024 representou 37% do total da movimentação de cargas dos portos frente a 19% no ano de 2020 (ANTAQ, 2025a).

O petróleo e seus derivados são os produtos de maior relevância na movimentação de cargas. Enquanto o trigo, produtos siderúrgicos, zinco, veículos e ferro gusa constituem o produto de maior relevância em contêineres. O porto do Rio de Janeiro também apresenta relevante movimentação de transporte de passageiros em cruzeiros.

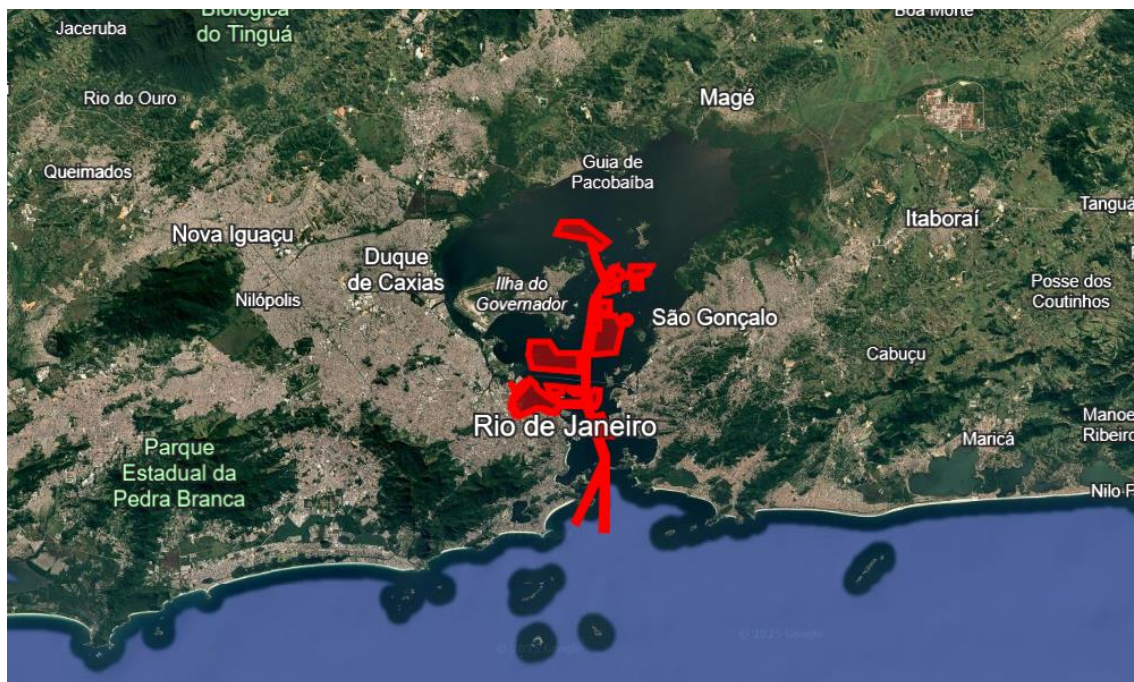


Figura 1: Área do porto do Rio de Janeiro. Fonte: GOOGLE (2025).

3.2. Porto de Itaguaí

O Porto de Itaguaí é um porto de uso público situado na costa norte de Sepetiba, município de Itaguaí, sendo de responsabilidade da Companhia Docas do Rio de Janeiro (PortosRio). O porto está localizado a cerca de 90 km, na direção oeste, do município do Rio de Janeiro, conforme a Figura 2 apresenta.

O porto foi inaugurado em 1982, e inicialmente era chamado de porto de Sepetiba, porém em 2005 passou a ser denominado oficialmente como porto de Itaguaí. É conhecido pela propensão para movimentação de granéis e carga geral, dada a sua proximidade com um parque siderúrgico e a boa condição para integração com os modais ferroviário e rodoviário.

O porto possui uma área operacional de 1,8 milhões de metros quadrados, cais acostável de 2,2 km, 8 berços, 12 armazéns (PLANAVE, 2025, PORTOSRIO, 2025a). Possui um canal de acesso principal com 35,4 km de extensão, variando entre 180 e

300 m de largura e profundidade mínima de 19,5 m. Conta com uma bacia de evolução de 640 m de diâmetro e 20 m de profundidade, além de seis fundeadouros com 14 áreas de ancoragem (PLANAVE, 2025, PORTOSRIO, 2025a).

O porto possui 4 terminais arrendados: Sepetiba Tecon, que é um terminal de contêineres, o terminal da Companhia Siderúrgica Nacional, focado em produtos siderúrgicos e minérios e o terminal da Companhia Portuária Baía de Sepetiba (CPBS), focado na movimentação de minério de ferro. Os armadores que operam no porto são Aliança, Hamburg Sud, Login, CSAV, Libra, CMA CGM, Hapag Lloyd, MSC e Maersk.

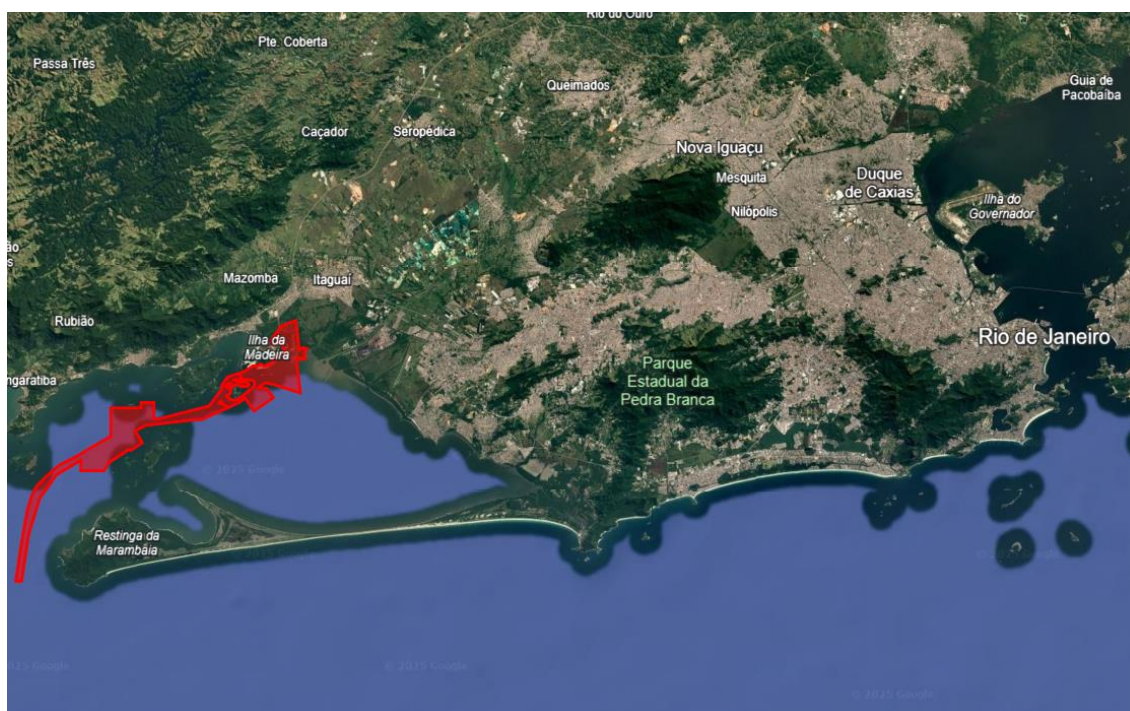


Figura 2: Área do porto do Itaguaí. Fonte: GOOGLE (2025).

Entre os anos de 2010 e 2024, o porto movimentou, em média, 107 milhões de toneladas de carga por ano, com grande destaque para granéis sólidos, que representaram 94% do total da carga movimentada (ANTAQ, 2025a). Ainda em relação à movimentação de cargas, o porto opera com a importação de carvão, coque de hulha, carga em contêineres, alumina e produtos siderúrgicos, e com a exportação de minério de ferro e carga containerizada.

4. Análise de Experiências Internacionais e Nacionais

Nesta seção são apresentados os principais resultados encontrados no estudo acerca de aspectos metodológicos dos relatórios de inventários de emissões de GEE de portos nacionais e internacionais. Os portos analisados foram os portos internacionais de Houston, Los Angeles, Nova Iorque e Nova Jersey, Oakland e Yangpu, além dos portos nacionais de Santos e Suape.

Foi identificado que os portos internacionais estimam, além das emissões de GEE, emissões de outros poluentes, como material particulado (PM, do inglês *Particula Matter*), óxidos de nitrogênio (NO_x), dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de carbono (CO), compostos orgânicos voláteis (COV). Essa não é a prática dos relatórios dos portos brasileiros que contemplam apenas as emissões de gases de efeito estufa.

Nota-se também que os portos nacionais adotam a metodologia GHG Protocol, mais utilizada globalmente, para inventários de emissões de GEE corporativos como orientação metodológica para seu reporte. Além disso, o inventário do Porto de Suape utiliza as orientações da Agência Ambiental Americana (EPA, 2022) como referência metodológica de cálculo. Ambos os portos tentam cobrir as diversas categorias de emissões previstas na metodologia GHG Protocol.

Já os portos internacionais, utilizam as orientações da EPA como referência e contemplam em suas estimativas basicamente as emissões associadas às embarcações oceânicas, portuárias, equipamentos de manuseio de carga, e veículos que realizam o transporte de carga à atividade portuária (trens e veículos rodoviários).

Para o porto de Houston, o exercício de estimativa de emissões contempla GEE, porém não se limita a esses gases. Os gases analisados incluem material particulado, óxidos de nitrogênio, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, compostos orgânicos voláteis e GEE.

O inventário considerou cinco fontes para a análise: embarcações oceânicas (OGV, do inglês *Ocean-Going Vessels*), embarcações portuárias, equipamentos de

manuseio de carga, trens e veículos rodoviários pesados. A análise é referente ao ano de 2019 e os limites geográficos abrangem a região portuária e uma área marítima com raio de 9 milhas náuticas (mn).

Os dados utilizados abrangem atividades operacionais das embarcações, como inscrição IMO, velocidade, tempo em cada etapa portuária e características dos motores.

A metodologia aplicada, similar à da EPA (2022), calcula emissões a partir do uso energético, considerando horas de operação, potência característica, fatores de emissão e fatores de correção (STARCREST, 2021).

O inventário de emissões do Los Angeles também considera as mesmas fontes do porto de Houston para a quantificação. Os gases considerados para a análise incluem material particulado, particulado de diesel (DPM, do inglês *Diesel Particulate Matter*), óxidos de nitrogênio, óxidos de enxofre (SO_x), hidrocarbonetos (HC), monóxidos de carbono, além dos GEE. O domínio geográfico abrange a região portuária, incluindo as zonas de precaução (locais nos quais a velocidade de navegação das embarcações deve ser reduzida), zonas de ancoragem e atracação, e se estende por um raio de 40 milhas náuticas para incluir ilhas relevantes.

A última estimativa refere-se ao ano de 2023, e os dados utilizados compreendem informações sobre embarcações, velocidades, perfis de embarcações e motores, bem como dados de atividade dentro dos limites geográficos estabelecidos. A metodologia de cálculo adotada também se baseia nos métodos da EPA (2022) (STARCREST, 2024).

Assim como os dois portos citados anteriormente, o inventário do porto de Nova Iorque e Nova Jersey também considera as cinco fontes: navios oceânicos, embarcações portuárias, equipamentos de manuseio de carga, trens e veículos rodoviários pesados. Os gases considerados são material particulado, óxidos de nitrogênio, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, compostos orgânicos voláteis e GEE.

Metodologia para Inventário de Emissões de GEE dos Portos do RJ e Itaguaí

A análise é referente ao período do ano de 2022, e o domínio geográfico inclui a área portuária e um raio de 3 milhas náuticas.

Os dados de coleta foram obtidos junto à autoridade portuária, incluindo informações sobre datas de chamadas para entrada nos portos, tempos de ancoragem e atracação por embarcação, além de inscrição IMO dos navios. Complementações foram realizadas com bases de dados da IHS (do inglês *Information Handling Services*) e VBP (do inglês *Vessel Boarding Program*) para informações como velocidades características. A metodologia de cálculo também é baseada no modelo da EPA (STARCREST, 2023).

Em relação ao inventário do porto de Oakland, são considerados seis fontes de emissão: embarcações oceânicas, embarcações portuárias, equipamentos de manuseio de carga, veículos rodoviários pesados, trens e veículos de uso interno do porto. Os gases analisados incluem material particulado, óxidos de nitrogênio, óxidos de enxofre, compostos orgânicos voláteis e GEE.

Os dados foram coletados junto à autoridade portuária e complementados com informações da base IHS sobre características das embarcações. Embora adote uma metodologia própria, o inventário utiliza dados e fórmulas derivadas de documentos da EPA (2022) e da IMO (FABER, HANAYAMA, *et al.*, 2020) (STOECKENIUS, LINDHJEM, *et al.*, 2021). O período de análise é o ano de 2020, e os limites geográficos abrangem a área portuária e uma extensão marítima de 30 milhas náuticas para o oeste do porto.

O inventário do porto de Yangpu considerou três fontes: embarcações, equipamentos de manuseio de carga e veículos rodoviários. Os gases analisados incluem óxidos de enxofre, material particulado, óxidos de nitrogênio, carbono negro (BC, do inglês *Black Carbon*), monóxido de carbono, compostos orgânicos voláteis e GEE.

O período de análise é o ano de 2019 e o domínio geográfico compreende a região portuária e uma extensão marítima de 1,5 milha náutica. Os dados das embarcações foram adquiridos automaticamente via sistema de identificação automática (AIS, do inglês *Automatic Identification System*) e complementados com documentos públicos

do porto para quantificar as emissões de equipamentos e veículos rodoviários. A metodologia é baseada nos guias da EPA (2022), utilizando também dados da IMO (FABER, HANAYAMA, *et al.*, 2020) (MAO, MENG, 2023).

O inventário do porto de Santos segue a metodologia GHG Protocol (2015) (APS, 2024) e considera apenas os gases de efeito estufa. O último inventário publicado refere-se ao ano de 2023. O domínio geográfico inclui a área portuária e a área terrestre do estado de São Paulo.

As fontes consideradas incluem emissões associadas aos três escopos metodológicos da metodologia GHG Protocol, cobrindo equipamentos fixos e móveis internos do porto, como geradores e sistemas de ar-condicionado, veículos rodoviários de uso na área portuária, equipamentos de manuseio de carga, embarcações portuárias, emissões de escopo 2 (relacionadas à aquisição de energia elétrica) e veículos utilizados pelos trabalhadores para o deslocamento casa-trabalho. Destaca-se que as emissões das embarcações oceânicas não foram consideradas no inventário.

Por fim, para o inventário do porto de Suape, a metodologia GHG Protocol também foi seguida para reporte e foram estimadas emissões apenas de GEE para os três escopos metodológicos.

O inventário contemplou fontes de emissões de combustão estacionária (geradores) e móveis (veículos rodoviários na área portuária), emissões fugitivas (aparelhos de ar-condicionado e extintores), emissões associadas ao consumo de energia elétrica (escopo 02) e emissões de escopo 03, como embarcações oceânicas, embarcações portuárias, bens arrendados (que considerou as emissões das empresas localizadas no território de administração da autoridade portuária), resíduos gerados na operação, veículos de deslocamento dos funcionários, entre outros.

O período de análise do inventário realizado foi o ano de 2019. Os dados foram coletados com a autoridade portuária e incluem inscrição da embarcação, tipo de navio, porte e dados temporais de atividade no porto. Para o cálculo das emissões das embarcações, equações de cálculo são baseadas no EPA (2022), com

complementações específicas para atender as particularidades locais (COMPLEXO INDUSTRIAL PORTUÁRIO DE SUAPE, 2022).

A Tabela 1 sintetiza as informações contidas nos inventários dos portos conforme o texto acima.

Tabela 1: Informações gerais referentes aos inventários dos portos de Houston, Los Angeles, Nova Iorque e Nova Jersey, Oakland, Yangpu, Santos e Suape.

Porto	Fontes Consideradas	Gases	Período	Limites geográficos	Metodologia
Los Angeles	Navios de grande porte (OGV); embarcações portuárias; equipamentos de manuseio de carga; locomotivas; veículos rodoviários pesados.	PM, DPM, NO _x , SO _x , HC, CO, GEE	2023	40 mn (área portuária + ilhas)	Baseada na EPA
Houston	Navios de grande porte (OGV); embarcações portuárias; equipamentos de manuseio de carga; locomotivas; veículos rodoviários pesados.	PM, NO _x , SO ₂ , CO, COV, GEE	2019	9 mn (área portuária)	Baseada na EPA
Nova Iorque / Nova Jersey	Navios de grande porte (OGV); embarcações portuárias; equipamentos de manuseio de carga; trens; veículos rodoviários pesados.	PM, NO _x , SO ₂ , CO, COV, GEE	2022	3 mn (área portuária)	Baseada na EPA
Oakland	Navios de grande porte (OGV); embarcações portuárias; equipamentos de manuseio de carga; veículos rodoviários pesados; trens; veículos internos do porto.	PM, NO _x , SO _x , COV, GEE	2020	30 mn para oeste do porto	Metodologia própria (EPA/IMO)
Yangpu	Embarcações; equipamentos de manuseio de carga; veículos rodoviários.	SO _x , PM, NO _x , BC, CO, COV, GEE	2019	1,5 mn (área portuária)	Baseada na EPA/IMO
Santos	Combustão estacionária; combustão móvel; emissões fugitivas; aquisição de energia elétrica; deslocamento de colaboradores ao trabalho; embarcações portuárias; equipamentos de manuseio de carga.	GEE	2023	Área portuária + estado de São Paulo	Baseada no GHG Protocol
Suape	Combustão estacionária; combustão móvel; emissões fugitivas; aquisição de energia elétrica; deslocamento de colaboradores ao trabalho; embarcações portuárias; embarcações oceânicas; equipamentos de manuseio de carga; resíduos geradores; bens arrendados.	GEE	2019	Porto organizado + 5 mn	Baseada no GHG Protocol

5. Discussão sobre Metodologia a ser implementada

Para a avaliação da metodologia de inventário de GEE a ser aplicada aos Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí, os seguintes documentos foram considerados:

- Guia nacional de contabilização de GEE da FGV e WRI (MARIO MONZONI, PANKAJ BHATIA, *et al.*, 2008)
- Norma para contabilização das emissões de GEE desenvolvida pela *GHG Protocol Initiative* (GHG PROTOCOL INITIATIVE, 2015) (GHG PROTOCOL INITIATIVE, 2011)
- Guia de Inventário de Emissões Portuárias, desenvolvido pela Agência de Proteção Ambiental (EPA, do inglês *Environmental Protection Agency*) dos Estados Unidos (EPA, 2022)
- Guia de Avaliação de Emissões em Portos da IMO (GEF-UNDP-IMO GLOMEEP PROJECT, IAPH, 2018);

Além dos documentos supracitados, conforme apresentado na seção anterior, a validação da metodologia a ser aplicada foi realizada através da análise dos inventários desenvolvidos pelos portos de destaque no cenário internacional e nacional abaixo:

- Inventário de emissões dos seguintes portos internacionais: Houston, Los Angeles, Nova Iorque e Nova Jersey, Oakland e Yangpu (MAO, MENG, 2023, STARCREST, 2021, 2023, 2024, STOECKENIUS, LINDHJEM, *et al.*, 2021);
- Inventário de emissões dos seguintes portos nacionais: Santos e Suape (APS, 2024, COMPLEXO INDUSTRIAL PORTUÁRIO DE SUAPE, 2022);

A metodologia GHG Protocol (GHG PROTOCOL INITIATIVE, 2011, 2015) é um guia que auxilia as empresas a contabilizarem as emissões de GEE de forma padronizada, simplificando e reduzindo custos e recursos para elaboração dos relatórios, permitindo precisão e comparabilidade de resultados.

A metodologia orienta a contabilização de emissões de GEE em três escopos, classificando-as, por categorias, entre emissões diretas de escopo 1, emissões indiretas de escopo 2 por consumo e perdas de energia elétrica e emissões indiretas de escopo 3.

Através da disponibilização de dados e de procedimentos necessários para o cálculo de emissões, a aplicação da metodologia GHG Protocol viabiliza maior consistência e transparência nos inventários, podendo também trazer vantagens competitivas, melhorando a eficiência e garantindo sustentabilidade aos negócios.

Em consonância a isso, o Programa Brasileiro GHG Protocol (PBGHGP) foi criado em 2008 e é responsável pela adaptação do método GHG Protocol ao contexto brasileiro e desenvolvimento de ferramentas de cálculo para estimativas de emissões de gases do efeito estufa (GEE).

O PBGHGP foi desenvolvido pelo FGVces e WRI, em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), World Business Council for Sustainable Development (WBSCD) e 27 Empresas Fundadoras. Tem como meta a promoção de inventariação e gestão de emissões de GEE no país através da disponibilização de padrões e instrumentos reconhecidos internacionalmente (MARIO MONZONI, PANKAJ BHATIA, *et al.*, 2008).

O PBGHGP criou o Registro Público de Emissões (RPE) que é uma plataforma pioneira no país para divulgação de forma transparente, rápida e simples dos inventários corporativos de emissões de gases de efeito estufa (GEE) das organizações participantes do Programa Brasileiro GHG Protocol.

O RPE é o primeiro deste tipo no país e, atualmente, conta com a maior base de inventários organizacionais públicos da América Latina, com mais de 4.000 inventários de mais de 750 empresas de diferentes setores econômicos.

Seguir os métodos dos padrões internacionais também fortalece as relações com atores envolvidos com a empresa, além de possibilitar a criação de registros históricos

de emissões, úteis para definir ações de melhorias contínuas e para legislações futuras que possam ser aplicadas.

A análise das experiências nacionais mostra que a metodologia GHG Protocol vem sendo seguida no exercício de estimativa de emissões pelos Portos. Contudo, na análise das experiências internacionais, notou-se que os portos não vêm adotando esse método de reporte, focando-se na estimativa de emissões de fontes específicas, sem considerar todas as categorias que a metodologia GHG Protocol prevê.

Foi observado que todos os portos internacionais estimam as emissões associadas especificamente à atividade operacional portuária, relacionada às embarcações oceânicas e portuárias, equipamentos de manuseio de carga e equipamentos móveis específicos utilizados para o transporte da carga transportada para embarcações no porto.

Porém não consideram, outras fontes de emissões importantes para a operação portuária, como o uso de geradores de energia e o consumo de energia elétrica, que são previstas pela metodologia GHG Protocol. Além disso, a experiência dos portos internacionais mostra que os relatos que vem sendo atualmente divulgados não relatórios de inventários de emissões de GEE, mas sim, relatórios de emissões atmosféricas que contemplam outros poluentes, além dos GEE. Talvez, por essa razão, não esteja sendo seguida a metodologia GHG Protocol.

Defende-se a aplicação e uso da metodologia GHG Protocol para o inventário de emissões de GEE dos Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí, em virtude da abrangência oferecida pela metodologia GHG Protocol, bem como pelas possibilidades que sua aplicação possibilita à PortosRio, como: (I) comparativo de benchmarking com outros portos nacionais; (II) possibilidade de participação de iniciativas nacionais e internacionais, como RPE, Science-Based Target Initiatives (SBTI), Race to Zero, Carbon Disclosure Project, dentre outras; (III) uso de estrutura de relato que contempla emissões de GEE de todas as fontes presentes no negócio, em detrimento de foco em fontes específicas.

Em relação à contabilização das emissões das embarcações oceânicas e portuárias em específico, o Guia de Inventário de Emissões Portuárias da EPA (2022) que é utilizado pelos portos internacionais e nacionais (no complexo de SUAPE foi utilizado, porém, para o Porto de Santos, não se tem transparência nessa informação), será também utilizado.

O EPA (2022) especifica que a análise deve ser elaborada a partir quantificação de navios, veículos e equipamentos em operação, considerando suas características técnicas, como modelo do modal, tipo de motor e combustível, e dados operacionais, como horas em funcionamento, carga e distância percorrida.

A precisão dos resultados é diretamente relacionada à qualidade dos dados coletados, que devem ser adquiridos com a colaboração das autoridades portuárias, operadores e agências governamentais. O guia também cita que o emprego de dados atualizados, além dos fatores de emissão conforme as normas e o desenvolvimento transparente do inventário viabiliza a sua utilidade como base para decisões estratégicas voltadas à redução de emissões. Por fim, o guia destaca o papel do inventário na orientação de tecnologias de menor emissão e para a decisão de políticas ambientais efetivas no ambiente portuário.

6. A Metodologia GHG Protocol

Entre as diferentes metodologias existentes para a realização de inventários de gases de efeito estufa corporativos, a metodologia GHG Protocol, lançada em 1998 e revisada em 2004, é atualmente a mais utilizada mundialmente pelas empresas e governos para entender, quantificar e gerenciar suas emissões (GHG PROTOCOL INITIATIVE, 2015).

O GHG Protocol foi desenvolvido pelo *World Resources Institute* (WRI) em associação com o *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), além de ter sido resultante de parcerias multi-stakeholder com empresas, organizações não governamentais (ONGs), governo e outras conveniadas ao WRI e ao WBCSD.

Entre as características da ferramenta destacam-se o fato de oferecer uma estrutura para contabilização de GEE, o caráter modular e flexível, a neutralidade em termos de políticas ou programas e a questão de ser baseada em um amplo processo de consulta pública.

A metodologia do GHG Protocol é compatível com as normas da *International Organization for Standardization* (ISO) e com as metodologias de quantificação do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC). Sua aplicação no Brasil, a partir do início do Programa Brasileiro GHG Protocol, em 2008, acontece de modo adaptado ao contexto nacional.

Essa seção apresentará as principais características e conceitos trazidos pela metodologia e sua aplicabilidade para o desenvolvimento do inventário de emissões de GEE dos Porto do Rio de Janeiro e Itaguaí.

6.1. Princípios

Conforme citado no guia nacional de contabilização de GEE (MARIO MONZONI, PANKAJ BHATIA, *et al.*, 2008), a contabilização, quantificação, elaboração e publicação do inventário deve seguir cinco princípios fundamentais, alinhados com a norma para a contabilização de emissões de GEE (GHG PROTOCOL INITIATIVE, 2015) e à norma ISO 14064-1, de forma a garantir que as emissões sejam representadas de forma justa e transparente:

- **Relevância:** o inventário deve refletir fielmente as emissões da empresa, além de atender às demandas da decisão dos usuários internos e externos da organização;
- **Integralidade:** as fontes e atividades emissoras dentro da área limitada no escopo do inventário devem ser integralmente incluídas, evitando assim a não inclusão de fontes por conta de fatores como tamanho ou grau de dificuldade de determinação das emissões;

- **Consistência:** a metodologia, limites e abordagens no cálculo devem ser utilizadas de maneira consistente ao longo do período analisado de maneira a garantir comparações e análise de desempenho;
- **Transparência:** os processos, pressupostos e limitações devem estar registrados de forma clara e acessível, assegurando que outros usuários possam utilizar os resultados e atestem a credibilidade das informações;
- **Exatidão:** as emissões devem ser calculadas com a maior precisão possível, reduzindo as incertezas e evitando vieses sistemáticos através da documentação dos passos adotados.

6.2. Período de análise

Segundo o Guia de Avaliação de Emissões em Portos da IMO, o inventário de emissões portuárias adota geralmente um ano como referência, sendo o primeiro inventário considerado a linha de base. A escolha do ano deve alinhar a disponibilidade de dados e a demanda de comparação de emissões para verificar se houve redução. A frequência de atualização varia conforme os objetivos estratégicos do porto, podendo ser anual ou a cada três a cinco anos, preservando o passo metodológico (GEF-UNDP-IMO GLOMEEP PROJECT, IAPH, 2018).

Já o EPA cita o nível de detalhamento temporal necessário é definido pelo objetivo do inventário, podendo ser anual, sazonal ou diário. O guia também relata que futuros inventários devem ser baseados em um inventário recente e projetados considerando crescimento e estratégias de redução de emissões, com a manutenção da mesma metodologia para garantir comparabilidade (EPA, 2022).

A metodologia GHG Protocol também aborda a questão do período de análise e ressalta a importância da escolha de um ano-base para o inventário corporativo, com as devidas especificações das razões para a escolha deste ano em particular. O ano-base pode ser o atual ano de elaboração do inventário ou qualquer ano anterior para o qual estejam disponíveis dados de emissões que possam ser verificados.

A definição de um ano-base permite a realização de comparações consistentes das emissões de GEE ao longo do tempo requerendo o estabelecimento de um conjunto de dados de desempenho que possam ser medidos e acompanhados. Os dados de desempenho são relativos às emissões que compõem o ano-base. Para que o monitoramento ao longo do tempo seja consistente, as emissões do ano-base podem ser recalculadas à medida que as empresas sofrem mudanças estruturais significativas, tais como aquisições, desinvestimentos e fusões.

O inventário desenvolvido para os portos do Rio de Janeiro e Itaguaí considerará como período de análise o ano de 2024, que permitirá um acesso mais facilitado aos dados necessários à estimativa de emissões de GEE, sendo este o ano base para futuros inventários, dada a indisponibilidade de inventários para anos anteriores para ambos os portos.

6.3. Gases considerados

Tendo em vista que o foco do inventário são os Gases de Efeito Estufa, a contabilização será realizada, considerando as emissões dos principais gases causadores do efeito estufa.

Conforme o Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (IPCC, do inglês *Intergovernmental Panel on Climate Change*), estes gases são o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) (FORSTER, T. STORELVMO, *et al.*, 2021).

A EPA (2022) também cita o carbono negro como GEE, ao passo que a IMO comenta que apenas o CO₂, CH₄ e N₂O devem ser considerados na análise, visto que os demais gases não têm emissões significativas para as fontes portuárias (GEF-UNDP-IMO GLOMEEP PROJECT, IAPH, 2018).

Portanto, para o inventário a ser desenvolvido, optou-se por adotar apenas CO₂, CH₄ e N₂O como GEE. Os índices de emissão que cada um dos gases contribui para o efeito estufa são estimados através da unidade de CO₂ equivalente, que é a tradução para o potencial de aquecimento global (GWP, do inglês *Global Warming Potential*).

O GWP mede o impacto radiativo após a emissão de uma massa unitária das principais substâncias causadoras do efeito estufa, acumuladas durante um período escolhido, em relação ao da substância de referência, dióxido de carbono. Para GWP de 100 anos do CO₂, CH₄ e N₂O, 1 grama emitido de CH₄ e 1 grama de N₂O são considerados equivalentes a 28 gramas de CO₂ e 265 gramas de CO₂, respectivamente (IPCC, 2014).

6.4. Limites Organizacionais

As operações das empresas variam nas suas estruturas legais e organizacionais e incluem: operações de propriedade integral, joint ventures incorporadas e não incorporadas, subsidiárias e outras. Para efeitos de contabilidade de GEEs, os limites organizacionais são tratados de acordo com as regras estabelecidas, que dependem da estrutura da empresa e do relacionamento com todas as partes envolvidas.

Ao estabelecer limites organizacionais, a empresa escolhe uma abordagem para a consolidação das emissões de GEE e depois aplica essa abordagem para registrar e comunicar suas emissões de GEE.

A metodologia GHG Protocol prevê que utiliza duas abordagens para consolidação dos limites organizacionais: controle operacional e participação societária. Empresas que publicam seu inventário com base na participação societária devem incluir, em tal inventário, as fontes que estas possuem integralmente ou parcialmente, de acordo com a participação em cada fonte.

Já no controle operacional, os participantes devem incluir no inventário 100% das emissões de fontes que estejam sob o seu controle, e nenhuma das emissões de fontes que não estejam sob seu controle, independentemente de sua participação societária na fonte.

A abordagem de consolidação escolhida (participação acionária ou controle operacional) também pode impactar a forma de contabilização e a categorização de

emissões diretas e indiretas de GEE resultantes de acordos contratuais, tais como ativos arrendados e franquias.

Como concessionária, a PortoRio pode utilizar as abordagens de controle operacional e participação societária. O inventário será parcial, pois abrangerá como limite organizacional apenas os Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí. Portanto, os demais portos administrados pela PortosRio não serão escopo do inventário de emissões de GEE que será desenvolvido.

6.5. Limites Geográficos

O Programa Brasileiro GHG Protocol, determina que um inventário de uma empresa deve incluir em seu inventário todas as fontes de emissões localizadas em território brasileiro. As emissões internacionais poderão ser relatadas adicionalmente às emissões nacionais de maneira opcional e separada.

Determinar se uma fonte estacionária de emissão, encontra-se dentro do limite geográfico do Programa é um exercício relativamente simples e direto. Por outro lado, identificar fontes móveis de emissão, levando em consideração a característica da atividade portuária pode ser mais complexo.

Conforme a EPA (2022), os limites geográficos para um inventário de emissões portuárias devem cobrir todas as fontes de emissão de interesse, bem como as áreas nos quais essas fontes operam, compreendendo o porto organizado e o tráfego relacionado às suas atividades.

O escopo geográfico recomendado pela EPA (2022) visa garantir uma cobertura abrangente para auxiliar decisões estratégicas. Normalmente, abrange toda a área sob jurisdição da autoridade portuária e o primeiro ponto intermodal de transporte.

Quanto à determinação dos limites terrestres, o inventário deve incluir terminais de carga, áreas de acesso e espera, como portões, filas e estacionamentos de veículos

de carga, pátios ferroviários, vias internas e áreas de armazenamento de cargas e contêineres.

Além disso, corredores logísticos externos, como rotas de caminhões, linhas férreas e instalações intermodais associadas às operações portuárias também devem ser considerados, dada a importâncias deles na avaliação de impactos nas comunidades do entorno e nas estratégias de redução de emissões.

Em relação os limites marítimos, as áreas inclusas devem incluir: (I) zonas de trânsito, locais nos quais as embarcações velejam em velocidade normal; (II) zonas de velocidade restrita, geralmente próximas ao porto e delimitadas por questões de segurança; (III) áreas de manobra, onde a movimentação de embarcações depende do auxílio de rebocadores ou outras embarcações de apoio portuário; (IV) terminais de atracação, locais nos quais a carga e descarga de mercadorias ou passageiros ocorrem; e (V) zonas de fundeio, locais de ancoragem para espera da atração.

Dessa forma, o escopo geográfico para as OGVs pode se estender até o limite internacional em portos costeiros, com as embarcações portuárias seguindo a mesma abrangência. Para auxiliar a definição dos limites geográficos marítimos, o exemplo de outros portos foi analisado. Quantos aos portos nacionais, o inventário do porto de Suape definiu como limite geográfico marítimo as áreas do porto organizado, que engloba essencialmente os berços e as áreas de fundeio.

Em relação aos inventários internacionais, o porto de Oakland considera uma área além da região dos berços e fundeadouros, estendendo seu escopo até a Ponte *Golden Gate*, cerca de 30 mn do porto. O inventário do porto de Houston considerou um arco de 9 mn além da região portuária. Já o inventário de Los Angeles inclui duas ilhas importantes da região, com o arco se estendendo em 40 mn. O inventário do porto de Yangpu considerou um raio extra de 1,5 mn.

Para o Porto do Rio de Janeiro, em consonância com o Zoneamento Portuário (COMPANHIA DOCAS DO RIO DE JANEIRO, 2016), o limite geográfico marítimo a ser considerado será equivalente à Área de Influência Direta estabelecida pela

autoridade portuária, conforme a linha verde da Figura 3, que abrange um raio de 3 quilômetros desde a área do porto organizado.

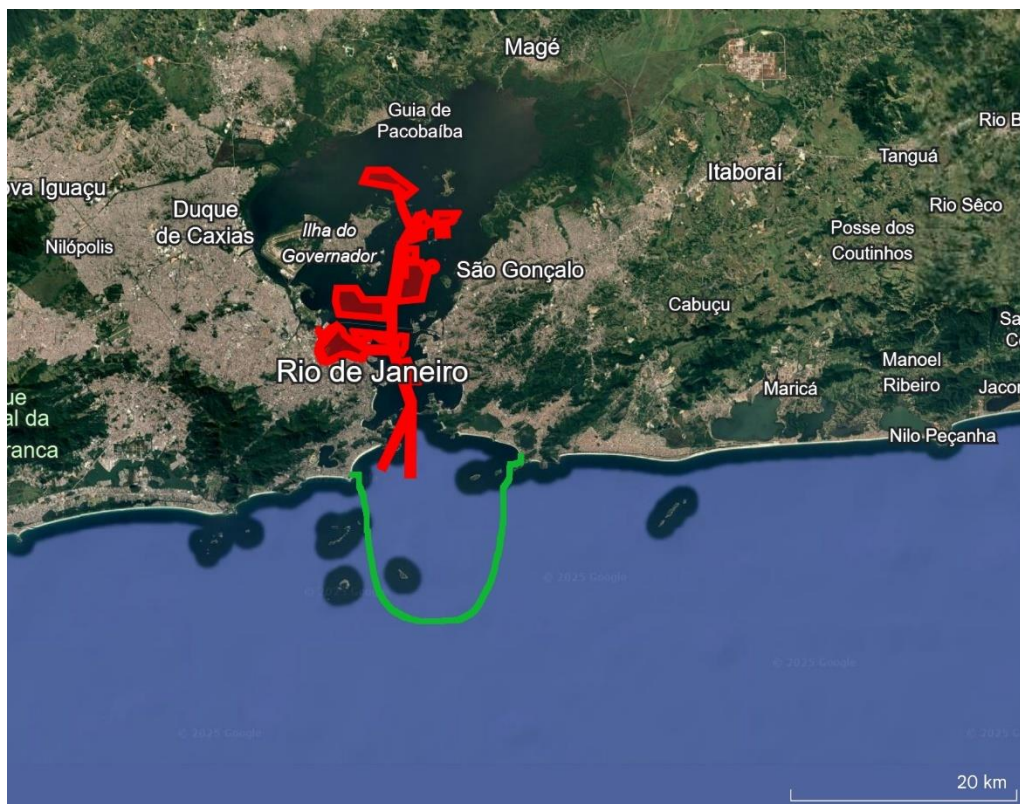


Figura 3: limites geográficos marítimos para o inventário do porto do Rio de Janeiro definidos conforme a linha verde. Fonte: COMPANHIA DOCAS DO RIO DE JANEIRO, (2016), GOOGLE (2025).

O escopo geográfico marítimo do porto de Itaguaí a ser considerado para o inventário pode ser visto na Figura 4, e engloba a área do poligonal do porto, em vermelho, acrescida de um raio de 3 quilômetros, bem como determinado para os limites geográficos do porto do Rio de Janeiro, em amarelo.

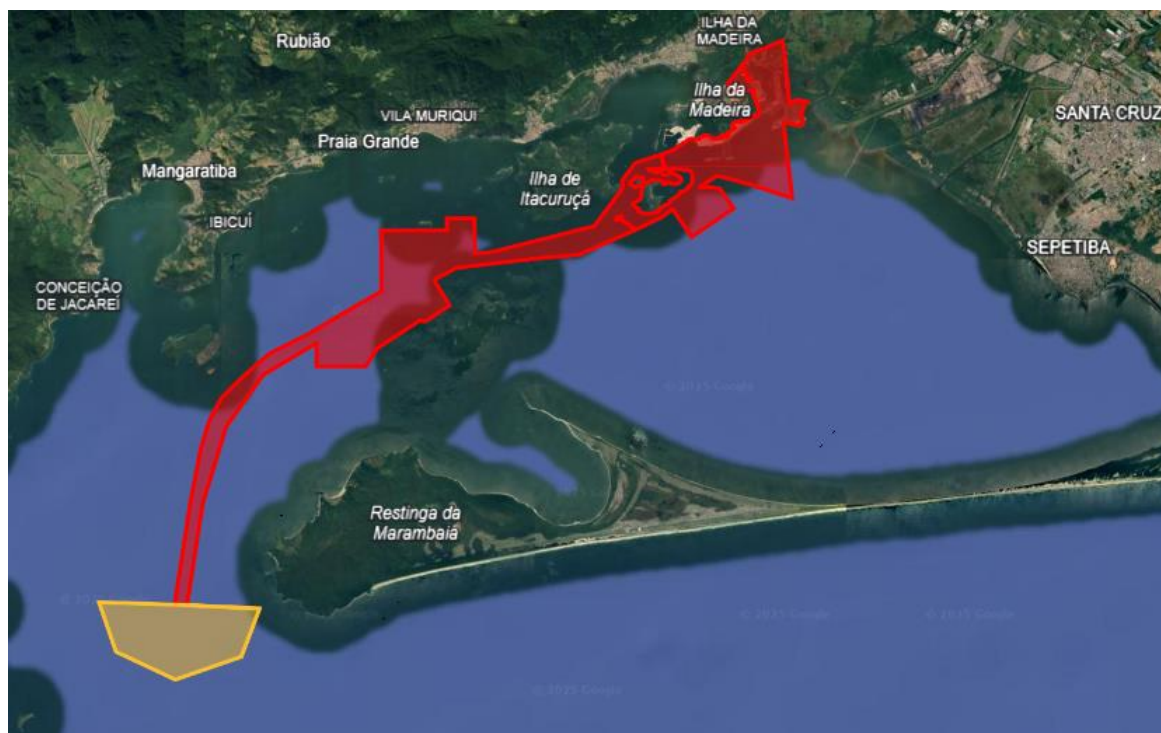


Figura 4: limites geográficos marítimos para o inventário do porto de Itaguaí. Fonte GOOGLE (2025), PLANAVE (2025).

6.6. Limites Operacionais e Fontes de Emissões

Após determinar os limites organizacionais, os limites operacionais de um inventário de GEE devem ser estabelecidos, o que envolve a identificação das emissões associadas com as suas operações, classificando-as como emissões diretas ou indiretas e selecionando o escopo para contabilização e elaboração do inventário de emissões (PBGHGP, 2008).

A metodologia do PBGHGP (2008) estabelece os seguintes limites operacionais para a realização de um inventário de emissões:

- **Emissões de Escopo 1:** São as emissões diretas provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela organização.

- **Emissões de Escopo 2:** São as emissões de GEE provenientes da aquisição de energia elétrica que é consumida pela empresa, assim como as decorrentes de perda energética.
- **Escopo 3 - Outras emissões indiretas de GEE (categoria opcional):** São as emissões consequentes das atividades da empresa, mas que ocorrem por fontes que não pertencem ou não são controladas pela organização.
- **Emissões e Remoções Biogênicas:** As emissões e remoções biogênicas são relatadas em caráter informativo por serem produzidas por organismos vivos ou processos biológicos que não possuem origem de fontes fósseis. Nesse contexto, as emissões de CO₂ da combustão de biocombustíveis ou decomposição de produtos e outros materiais de origem biogênica, como o biodiesel e biomassa, devem ser reportadas separadamente dos demais gases.
- **Outros Gases:** Segundo as Especificações do PBGHGP (2008), as emissões dos gases que não são cobertos pelo Protocolo de Quioto, como os HCFCs, não deverão ser incluídas nos escopos, mas podem ser comunicadas em separado. Portanto, as emissões advindas desses gases, também foram calculadas separadamente.

No contexto da atividade portuária, de acordo com a metodologia GHG Protocol (PBGHGP,2008), deve ser avaliada a presença das seguintes fontes de emissão nas atividades dos Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí para o ano inventariado.

Tabela 2: Fontes de emissão consideradas para atividade portuária

Escopo	Fonte de emissão	Definição
	Combustão estacionária	Combustão estacionária para geração de eletricidade, vapor, calor ou energia com o uso de equipamento em um local fixo de propriedade ou controle da organização.

Metodologia para Inventário de Emissões de GEE dos Portos do RJ e Itaguaí

Escopo	Fonte de emissão	Definição
Escopo 1	Combustão móvel	Combustão móvel gerada pelo uso de veículos automotores de propriedade ou controle da organização.
	Emissões fugitivas	Liberações não intencionais de substâncias como Dióxido de carbono (CO ₂), ocasionadas na reposição gás em extintores de incêndio e gases HFC em aparelhos de refrigeração.
	Atividades Agrícolas	Essa categoria agrupa, por exemplo, as emissões de: drenagem e preparo do solo (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O), adição de fertilizantes sintéticos (N ₂ O), resíduos de culturas deixados sobre o solo (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O), adição de ureia e calcário para solos (CO ₂), fermentação entérica (CH ₄), cultivo de arroz (CH ₄), queimada de resíduos de culturas deixados no terreno (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O), manejo florestal (CO ₂), oxidação de substratos suportes de cultura hortícola (CO ₂), entre outros.
	Mudança de Uso do Solo	Essa categoria considera mudança no uso do solo quando são realizadas conversões entre as diferentes categorias de uso e que, conseqüentemente, pode gerar fluxos de CO ₂ (emissões e remoções). Esta categoria agrupa por exemplo, as emissões relacionadas ao desmatamento de uma área florestal para construção de um galpão.
	Resíduos	Esta categoria considera as emissões do tratamento de resíduos de propriedade ou controle da organização.
	Efluentes	Considera as emissões associadas ao tratamento e/ou disposição final de efluentes líquidos operados ou de propriedade da organização inventariante.
Escopo 2	Compra de energia elétrica	Emissões decorrentes da aquisição de energia elétrica da rede. Deve ser avaliado se a PortosRio possui comprovação de compra de energia renovável para o período avaliado.

Metodologia para Inventário de Emissões de GEE dos Portos do RJ e Itaguaí

Escopo	Fonte de emissão	Definição
Escopo 3	Bens e Serviços Comprados	Extração, produção e transporte de bens e serviços adquiridos ou adquiridos pela PortosRio não considerado em outras fontes.
	Bens de Capital	Extração, produção e transporte de bens de capital adquiridos ou adquiridos pela empresa relatora no ano de referência.
	Atividades relacionadas com combustível e energia não inclusas nos Escopos 1 e 2	Essa categoria contempla as emissões associadas à: Extração, produção e transporte de combustíveis e energia adquiridos ou adquiridos pela empresa relatora no ano de relato, ainda não contabilizados no escopo 1 ou escopo 2, incluindo: a. Emissões a montante de combustíveis adquiridos (extração, produção e transporte de combustíveis consumidos pela empresa relatora); b. Emissões a montante da eletricidade adquirida (extração, produção e transporte de combustíveis consumidos na geração de eletricidade, vapor, aquecimento e refrigeração consumidos pela empresa relatora); c. Perdas na transmissão e distribuição (T&D) (geração de eletricidade, vapor, aquecimento e resfriamento que são consumidos (ou seja, perdidos) em um sistema de T&D) – relatados pelo usuário final; d. Geração de eletricidade comprada que é vendida a usuários finais (geração de eletricidade, vapor, aquecimento e refrigeração que é comprada pela empresa relatora e vendida a usuários finais) –

Metodologia para Inventário de Emissões de GEE dos Portos do RJ e Itaguaí

Escopo	Fonte de emissão	Definição
Escopo 3		relatada apenas pela concessionária ou revendedor de energia. Essa sub-categoria não é aplicável à PortosRio.
	Transporte e Distribuição Upstream	Essa categoria contempla transporte e distribuição de produtos adquiridos pela empresa que reporta no ano de referência entre os fornecedores de nível 1 da empresa e suas próprias operações (em veículos e instalações que não pertencem ou não são controladas pela empresa relatora). Serviços de transporte e distribuição adquiridos pela empresa relatora no ano de referência, incluindo logística de entrada, logística de saída (por exemplo, de produtos vendidos) e transporte e distribuição entre as próprias instalações da empresa (em veículos e instalações que não pertencem ou não são controladas pela empresa relatora)
	Resíduos sólidos da operação	Emissões provenientes da destinação de resíduos em aterros em locais de deposição não controlados pela organização.

Metodologia para Inventário de Emissões de GEE dos Portos do RJ e Itaguaí

Escopo	Fonte de emissão	Definição
	Viagens a Negócios	Transporte de funcionários para atividades comerciais durante o ano de referência (em veículos que não sejam de propriedade ou operados pela empresa relatora).
	Deslocamento de funcionários ao trabalho	Emissões decorrentes do deslocamento de funcionários entre suas residências e o local de trabalho.
	Ativos arrendados Upstream	Operação de ativos arrendados pela empresa relatora (arrendatária) no ano do relatório e não incluídos no escopo 1 e escopo 2 – relatados pelo arrendatário.
	Ativos arrendados Downstream	Operação de ativos de propriedade da empresa relatora (locadora) e arrendados a outras entidades no ano de relato, não incluídos no escopo 1 e escopo 2 – relatados pela locadora. A Metodologia GHG Protocol prevê critérios específicos para contabilização dessa fonte que pode ocorrer nos Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí.
	Emissões de Escopo 3 não classificáveis nas categorias anteriores	Outras emissões de escopo 3 não classificáveis nas categorias anteriores podem ser contabilizadas e reportadas aqui. Entende-se que as emissões proporcionadas pelas embarcações oceânicas de terceiros que utilizam a estrutura dos Portos são emissões de escopo 3 não classificáveis nas categorias anteriores.

Fonte: Elaboração Própria

As equações de cálculo aplicáveis a cada fonte de emissão seguirão as recomendações e indicações do PBGHGP (PBGHGP, 2008) e IPCC (2006). Como as fontes de emissões presentes no inventário ainda estão sendo avaliadas, toda a descrição das equações que serão utilizadas nas fontes de emissões aplicáveis será apresentada nos relatórios dos inventários de emissões.

O cálculo das emissões das embarcações seguirá as recomendações do EPA (2022). Por se tratar de fonte que segue procedimentos específicos, os procedimentos e equações de cálculo serão detalhados no item 6.8.

6.7. Fontes Excluídas

Para a definição dos limites operacionais das emissões dos Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí, adotou-se o critério de contabilizar todas as fontes de emissão controladas pelos Portos, e as categorias de emissões indiretas ligadas às suas atividades, mesmo não sendo estas de relato obrigatório perante o Programa Brasileiro GHG Protocol (PBGHGP, 2008).

E com o intuito de identificar as limitações do inventário foram estabelecidas as seguintes notações:

- Emissões incluídas em outras fontes (*Included elsewhere*): IE;
- Emissões não estimadas (*Not estimated*): NE;
- Emissões que não ocorrem (*Not occurring*): NO;
- Emissões confidenciais (*Confidencial*): C.

Durante visita in loco e entrevistas com responsáveis da PortosRio, foram avaliadas todas as categorias aplicáveis aos inventários dos Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí. Serão identificadas as fontes que: (i) não puderam ser desagregadas e foram consideradas em outras categorias (IE), (ii) que tiveram indisponibilidade de dados e/ou baixa representatividade (NE); e (iii) atividades que não ocorrem nos Portos (NO) no ano de referência. As seguintes categorias da metodologia GHG Protocol foram identificadas como não sendo aplicáveis ao contexto dos Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí.

A tabela a seguir apresenta notação das fontes de emissões não incluídas no inventário dos Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí.

Tabela 3: Fontes de emissão de GEE não incluídas nos inventários dos Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí

Escopo	Fonte de emissão	Definição/Avaliação	Notação
Escopo 1	Resíduos Sólidos:	Definição: Esta categoria considera as emissões do tratamento de resíduos de propriedade ou controle da organização. Avaliação: Atualmente, a PortosRio não controla nenhum processo de tratamento de resíduos. Todos os resíduos da área pública e administrativa do Porto do Rio e Itaguaí, são retirados por empresa contratada (do Grupo Urbam) que realiza a disposição final, com geração de MTR (Manifesto de Transporte de Resíduos).	NO

Metodologia para Inventário de Emissões de GEE dos Portos do RJ e Itaguaí

Escopo	Fonte de emissão	Definição/Avaliação	Notação
	Atividades Agrícolas	Definição: Essa categoria agrupa, por exemplo, emissões associadas à atividades de drenagem, preparação do solo e aplicação de fertilizantes em áreas verdes e de conservação realizadas pela PortosRio. Avaliação: Foi identificado junto à equipe técnica que tais atividades não ocorrem no contexto da PortosRio.	NO

Metodologia para Inventário de Emissões de GEE dos Portos do RJ e Itaguaí

Escopo	Fonte de emissão	Definição/Avaliação	Notação
	Processos industriais	Definição: Emissões não associadas à combustão de combustíveis fósseis ou não fósseis, resultantes de processos físicos ou químicos, existentes no processo da empresa. Avaliação: Para a gestão e atividades portuárias, são inexistentes as emissões associadas a processos físicos e químicos industriais. Desta forma, essas emissões não ocorrem nos Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí.	NO
Escopo 2	Compra de Energia Térmica	Definição: Emissões decorrentes da aquisição de energia térmica. Avaliação: Não há compra de energia térmica pelos Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí.	NO
	Perdas por transmissão e distribuição	Definição: Emissões relacionadas à parcela de energia elétrica perdida nos sistemas de transmissão e distribuição. Aplicável a empresas de transmissão e distribuição de energia elétrica. Avaliação: Os Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí não executam atividades de transmissão e distribuição	NO

Metodologia para Inventário de Emissões de GEE dos Portos do RJ e Itaguaí

Escopo	Fonte de emissão	Definição/Avaliação	Notação
		em suas operações. Portanto, essas emissões não ocorrem em suas atividades operacionais.	
Escopo 3	Transporte e Distribuição Downstream	Definição: Emissões de transporte e distribuição de produtos vendidos pela organização, por meio de veículos não contratados pela organização. Avaliação: Os Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí são organizações de serviços portuários. Não há emissões de transporte e distribuição de produtos vendidos pela organização por veículos por ela contratados.	NO
	Processamento de produtos vendidos	Definição: Emissões do processamento de produtos intermediários, realizado por outra organização, após sua venda pela organização inventariante. Avaliação: Não há nas atividades de processamento de produtos intermediários, realizado por outra organização, após sua venda pela organização inventariante uma vez que os Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí prestam serviços portuários e não comercializam produtos.	NO
	Uso de bens e serviços vendidos	Definição: Emissões provenientes do uso final de bens e serviços vendidos pela organização inventariante no ano inventariado. São contabilizadas no ano inventariado todas as emissões ao longo da sua vida útil. Avaliação: Não há nos serviços prestados pelos Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí uso final de	NO

Metodologia para Inventário de Emissões de GEE dos Portos do RJ e Itaguaí

Escopo	Fonte de emissão	Definição/Avaliação	Notação
Escopo 3		serviços vendidos pela organização que não estejam considerados em outras categorias	
	Tratamento de fim de vida de produtos vendidos	Definição: Emissões provenientes da disposição final e tratamento dos produtos, vendidos no ano inventariado pela organização inventariante, ao final de sua vida útil. Avaliação: Os Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí não comercializam produtos. Dessa forma, não há disposição final e tratamento dos produtos, vendidos no ano inventariado.	NO
	Franquias	Definição: Emissões das operações de franquias no ano inventariado, não inclusas nos Escopos 1 e 2 da organização inventariante. Avaliação: Os Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí não possuem operações de franquias.	NO
	Investimentos	Definição: Emissões das operações de investimentos (incluindo investimentos de capital, investimento de dívida e financiamento de projetos) no ano inventariado, não incluídas nos Escopos 1 e 2. Avaliação: Não há investimentos de capital, investimento de dívida e financiamento de projetos, cujas emissões não estejam sendo consideradas em outras fontes.	NO

6.8. Metodologia para cálculo das emissões das embarcações

Nesta seção, serão apresentadas as metodologias para mensurar as emissões de embarcações oceânicas e portuárias. As embarcações oceânicas são os navios que transportam carga ou passageiros entre diferentes portos. Já as embarcações portuárias são todas as embarcações que trafegam pelo porto que não fazem o transporte de carga ou passageiros entre portos, ou seja, não são embarcações oceânicas.

6.8.1. Embarcações oceânicas

Para o cálculo das emissões de cada embarcação oceânica no período de análise, a metodologia a ser aplicada será baseada no guia de inventário de emissões de GEE da EPA (EPA, 2022). Os inventários dos portos de Nova Iorque, Los Angeles, Houston, Yangpu e Suape se basearam neste guia para estimar essas emissões. No caso do inventário do porto de Santos, as embarcações oceânicas não foram contabilizadas no escopo, conforme a Tabela 1 mostra.

O guia apresenta um passo metodológico que pode ser baseado na coleta de dados básicos com a autoridade portuária, e através desses dados, realizar o cálculo do consumo energético por (I) modo de operação (aqui chamado de etapa) no porto, (II) a potência dos motores principais e auxiliares e (III) uso de energia pelas caldeiras.

A partir da estimativa de consumo energético estimada, obtêm-se as emissões por etapa. Por fim, ao agregar as emissões, é possível chegar aos volumes totais de emissões para o período analisado.

6.8.1.1. Coleta de dados

Para a quantificação das emissões provenientes das OGV, primeiramente se faz necessária a coleta de dados da movimentação das embarcações pelo porto durante o ano de 2024. Dessa forma, os dados necessários para a coleta estão listados a seguir:

- **Inscrição IMO da embarcação**
- **Nome da embarcação**
- **Tipo de navio:** Granel sólido, Químico, Porta-contêineres, Carga geral (solta), Gaseiro, Navio-tanque (petróleo/derivados), Navio-tanque (outros), Navio de cruzeiro, Balsa RoPax, Navios frigoríficos, Ro-Ro, Navio de veículos, Apoio offshore, outros. Em caso de indisponibilidade de dados, existe a alternativa de coletar o tipo de embarcação conforme a lista a seguir: Granel líquido, Granel sólido, Carga geral, Porta-contêiner e Apoio Offshore;
- **Porte da embarcação:** o porte deve ser informado conforme o tipo da embarcação, além da unidade de medida. A unidade pode ser em metros cúbicos (m³), tonelada, TEU⁴ ou dwt (*deadweight tonnage*, ou porte bruto);
- **Berço de atracação** no qual a embarcação atracou;
- **Tempo das Etapas:** tempo dispendido em cada uma das etapas durante a entrada de uma embarcação nos limites geográficos do porto. As etapas são trânsito, fundeio, navegação interna, manobra e permanência no berço. A definição de cada etapa é apresentada a seguir:
 - **Tempo de trânsito:** refere-se à entrada/saída das embarcações dos limites geográficos do porto desde as regiões de fundeio. A unidade preferencial para o tempo é horas. No caso de indisponibilidade de dados, há a alternativa de informar a data de chegada e saída da embarcação do limite geográfico do porto;

⁴ Unidade referente a um contêiner típico. As dimensões mais comuns para um contêiner de 1 TEU são: 6,1 metros de comprimento, 2,4 metros de largura e 2,6 metros de altura, com um volume de 39 metros cúbicos (KHAN, SAUZIER, *et al.*, 2016).

Metodologia para Inventário de Emissões de GEE dos Portos do RJ e Itaguaí

- **Tempo de fundeio:** referente à etapa no qual o navio passa ancorado, sem atracar em um berço. Pode ser calculada através da diferença entre o início da navegação interna e a data de chegada na região portuária. A unidade preferencial para o tempo é em horas;
- **Tempo de navegação interna:** referente à etapa de navegação dentro da região portuária, que pode possuir limitação de velocidade. É possível calcular o tempo de navegação interna através da soma da diferença entre o início da manobra e o início da navegação interna com a diferença do fim da manobra de saída/ início da navegação interna de saída e o fim da navegação interna de saída, que indica a saída da região do porto organizado. A unidade preferencial é em horas;
- **Tempo de manobra:** referente à etapa de manobra para atracação no berço. Tempo de manobra pode ser definido através da soma da diferença entre a data da atracação e o início da manobra com a diferença entre a data de desatracação e o fim da manobra de saída/ início da navegação interna de saída. A unidade preferencial é em horas;
- **Tempo de permanência no berço:** referente à etapa no qual ocorre a operação do navio. Pode ser definido através da diferença entre a data de desatracação e a data de atracação. A unidade preferencial é em horas.

Considerando uma possível limitação de dados, há a alternativa de utilizar dados disponíveis no Anuário da ANTAQ (ANTAQ, 2025a). Conforme o manual de metodologia de cálculo dos indicadores do Estatístico Aquaviário (ANTAQ, 2025b), o Anuário apresenta disponíveis as datas de chegada, atracação, início da operação, fim da operação e desatracação para todas as embarcações oceânicas que atracaram em portos e terminais do território brasileiro. Através dessas informações, é possível estimar a duração de algumas das etapas citadas anteriormente. Os tempos acessíveis com os dados do Anuário da ANTAQ são:

- Tempo de espera para atracação, calculado a partir da diferença entre a data de atracação e a data de chegada no porto. Esse tempo engloba o tempo de

fundeio, de navegação interna e de manobra. Para esse caso alternativo, deverão ser informados os tempos navegação interna e de manobra por parte da autoridade portuária para diferentes tipos de navio e portos, conforme a Tabela 4 apresenta:

Tabela 4: Faixas e tipos de embarcações para informação do tempo médio de manobra e navegação interna de entrada e de saída da área portuária.

Tipo de navio	Unidade	Tamanho
Graneleiro, Tanque, Carga geral, entre outros	DWT	0-9999
		10000-59999
		60000-99999
		100000-199999
		� 200000
Container	TEU	0-999
		1000-2999
		3000-7999
		8000-14999
		� 14500
Cruzeiro, Veículo, Ro-Ro, Ferry	GT	0-1999
		2000-9999
		10000-59999
		60000-99999
		� 100000

- Tempo para início da operação, sendo a diferença entre a data de início da operação e data da atracac  o. Além disso, o tempo de operação pode ser calculado através da diferença entre a data do final da operação e o início da operação;
- Tempo para desatracac  o, calculado a partir da diferença entre a data de desatracac  o e a data do final da operação;
- Tempo atracado, sendo calculado a partir da diferença entre a data de desatracac  o e a data de atracac  o;
- Tempo de estadia, calculado a partir da diferença entre a data de desatracac  o e a data de chegada no porto. Para esse tempo, diferentemente do que consta

no manual da ANTAQ, será adicionado um tempo médio de saída da área portuária a ser informado pela autoridade portuária conforme a Tabela 4.

6.8.1.2. Emissões por etapa

Para o cálculo das emissões de cada embarcação em cada uma das etapas (trânsito, fundeio, navegação interna, manobra e permanência no berço) a serem coletadas, a duração do tempo dispendido em cada etapa deve ser coletada ou calculada.

Com essa informação, as emissões de cada uma das etapas podem ser estimadas, podendo ser calculadas através do tempo da etapa, o fator de emissão conforme o combustível empregado, a potência dos motores e caldeiras por etapa e o tipo de GEE com seu respectivo potencial de aquecimento global.

O cálculo para os motores principais, motores auxiliares e caldeiras para uma embarcação deve ser realizado conforme as equações (1, (2, e (3, respectivamente:

$$E_{et,g,p,i} = Tempo_{et,i} \cdot Pot_{et,p,i} \cdot EF_{comb,g} \quad (1)$$

$$E_{et,g,a,i} = Tempo_{et,i} \cdot Pot_{et,a,i} \cdot EF_{comb,g} \quad (2)$$

$$E_{et,g,cald,i} = Tempo_{et,i} \cdot Pot_{et,cald,i} \cdot EF_{comb,g} \quad (3)$$

Onde, para cada uma das equações:

- $Tempo_{et}$ refere-se ao tempo dispendido pela embarcação em cada etapa.
- $Pot_{et,comp}$ remete à potência característica para cada etapa e componente (“p” para motores principais, “a” para motores auxiliares e “cald” para caldeira), e;
- $EF_{comb,g}$ é o fator de emissão conforme o combustível utilizado e o GEE (CO₂, CH₄ e N₂O).

As emissões, tempo e potência são calculadas para cada embarcação “i” e para cada GEE. A soma das emissões por totais por etapa e tipo de GEE para uma dada embarcação “i” pode ser calculada conforme a equação (4). Por fim, as emissões totais de cada GEE para cada embarcação podem ser calculadas conforme a equação (5):

$$E_{et,g,i} = E_{et,g,mot\ pri,i} + E_{et,g,mot\ aux,i} + E_{et,g,cald,i} \quad (4)$$

$$E_{g,i} = E_{trans,g,i} + E_{fund,g,i} + E_{navint,g,i} + E_{mano,g,i} + E_{berc,g,i} \quad (5)$$

No qual $E_{trans,g,i}$, $E_{fund,g,i}$, $E_{navint,g,i}$, $E_{mano,g,i}$ e $E_{berc,g,i}$ se referem às emissões de um GEE da embarcação para as etapas de trânsito, fundeio, navegação interna, manobra e permanência no berço, respectivamente.

As especificidades de cada etapa quanto ao uso dos motores e caldeiras, bem como possíveis considerações extras a serem feitas, será apresentada a seguir, conforme disponível no guia da EPA (EPA, 2022).

6.8.1.3. Etapa de trânsito

A distância percorrida na etapa de trânsito é definida conforme as rotas características da região portuária. Para o porto do Rio de Janeiro, conforme citado na seção 5.4, a área do porto organizado não compreende os fundeadouros fora da Baía de Guanabara, e por conta disso, pode-se utilizar a Área de Influência Direta fora do porto organizado para a definição da distância percorrida em trânsito, cuja distância é de 3 km.

Já para o porto de Itaguaí, a área do porto organizado já compreende os fundeadouros. Dessa forma, para simplificação dos cálculos, também foi adicionado

ao limite geográfico do porto um raio de 3 km para a navegação de trânsito na entrada e saída dos limites geográficos do porto, conforme a área em amarelo da Figura 4.

Para a etapa de trânsito, a velocidade a ser utilizada nos cálculos é baseada na velocidade de cruzeiro característica do tipo e porte da embarcação, disponível na tabela 35 do Quarto Estudo de Gases da IMO (FABER, HANAYAMA, *et al.*, 2020), e o fator da velocidade característica para trânsito em portos, também por tipo de embarcação, disponível na tabela 3.12 do guia da EPA (EPA, 2022).

Utilizando-se de ambos, é possível calcular o tempo em trânsito através da razão entre a distância e a velocidade. Além disso, a potência dos motores principais para essa etapa também pode ser calculada através da velocidade característica do porto ou o fator de velocidade através da equação (6):

$$P_{p,et,i} = P_{nom,i} \cdot \left(\frac{V_{cp,i}}{V_{ref,i}} \right)^3 Marg_{mar}, \frac{V_{cp,i}}{V_{ref,i}} = F_{vel,i} \quad (6)$$

Onde:

- $P_{p,et,i}$ é a potência dos motores principais de cada embarcação para a etapa;
- P_{nom} é a potência nominal dos motores principais, que pode ser identificada através dos dados da embarcação, V_{cp} é a velocidade característica do porto
- V_{ref} é a velocidade de referência da embarcação,
- F_{vel} é o fator de velocidade característica em portos e
- $Marg_{mar}$ é a margem de condição de mar, que considera as condições médias de tempo, cujo valor do fator é de 1,10 para operações costeiras (EPA, 2022).

Por fim, o uso de motores auxiliares para essa etapa geralmente é baixo, ao passo que caldeiras geralmente são desligadas nesse modo de operação (EPA, 2022).

6.8.1.4. Etapa de fundeio

Durante a etapa de fundeio, navio utiliza apenas motores auxiliares e caldeiras, com os motores principais desligados. O uso de motores auxiliares e caldeiras durante esta operação varia conforme o tipo e tamanho da embarcação. Os cálculos de emissões seguirão as equações 2 e 3.

6.8.1.5. Etapa de navegação interna

Na etapa de navegação interna, o uso dos motores principais estará diretamente relacionado à velocidade máxima imposta para a região portuária. Já o uso dos motores auxiliares e caldeira são similares à etapa de trânsito. Os cálculos de emissões seguirão as equações 1, 2 e 3.

6.8.1.6. Etapa de manobra

Na etapa de manobra, o uso dos motores auxiliares e o propulsor de manobra usualmente são altos. As caldeiras também são geralmente usadas, uma vez que o uso dos motores principais é reduzido. Os cálculos de emissões seguirão as equações 1, 2 e 3.

6.8.1.7. Etapa de permanência no berço

Para a etapa de permanência no berço, que é quando o navio está atracado em um berço do porto, os motores auxiliares e caldeiras geralmente são utilizados. Uma alternativa para o uso de ambos é o emprego de energia elétrica cedida pelo porto, caso a estrutura portuária e o navio tenham equipamento necessário para essa distribuição energética. Caso contrário, o uso do motor auxiliar e caldeiras geralmente é alto. Os cálculos de emissões seguirão as equações 2 e 3.

6.8.1.8. Emissões totais

As emissões totais de cada GEE oriundas de embarcações oceânicas devem ser calculadas a partir da soma das emissões de cada embarcação que constam nos dados coletados, conforme as equações (7), (8) e (9). Por fim, as emissões totais de gases de efeito estufa deve ser calculada conforme a equação (10):

$$ET_{CO_2} = \sum_i^n E_{CO_2,i} \quad (7)$$

$$ET_{CH_4} = \sum_i^n E_{CH_4,i} \quad (8)$$

$$ET_{N_2O} = \sum_i^n E_{N_2O,i} \quad (9)$$

$$ET_{GEE} = GWP_{CO_2} \cdot ET_{CO_2} + GWP_{CH_4} \cdot ET_{CH_4} + GWP_{N_2O} \cdot ET_{N_2O} \quad (10)$$

Onde:

- ET_{CO_2} são as emissões totais de CO_2 das OGV;
- ET_{CH_4} é o total de emissões de CH_4 ;
- ET_{N_2O} as emissões totais de N_2O
- GWP_{CO_2} , GWP_{CH_4} e GWP_{N_2O} são os índices de potencial de aquecimento global para o CO_2 , CH_4 e N_2O , disponíveis na seção **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

6.8.1.9. Embarcações portuárias

Para o cálculo das emissões de cada embarcação portuária no período de análise, assim como para OGV, a metodologia a ser aplicada também será baseada no guia de inventário de emissões de GEE da EPA (EPA, 2022).

O guia cita que embarcações cuja operação não está necessariamente ligada às operações portuárias, mas que trafegam dentro da região sob controle do porto, como barcos de pesca e de passageiros que não estão sendo levados de ou para o porto, devem ter suas emissões contabilizadas.

Para esse grupo de embarcações, pode haver duas fontes de emissões típicas: (I) motores principais ou de propulsão, responsáveis pela movimentação da embarcação em si, e (II) motores auxiliares, que fornecem energia para demandas não relacionadas à propulsão, como sistema elétrico, refrigeração, entre outros.

Para a quantificação dos portos do Rio de Janeiro e Itaguaí, será adotada a simplificação de considerar apenas a soma da potência dos motores principais e auxiliares.

6.8.1.10. Dados coletados

Para as embarcações portuárias, será necessária a coleta dos seguintes dados:

- **Inscrição IMO da embarcação**
- **Nome da embarcação**
- **Tipo de navio:** rebocador, barça, lancha de praticagem, draga, barcos de serviço, barcos de pesca, barcos de passageiros, outros;
- **A potência dos motores**, em quilowatts (kW);
- **A quantidade de motores;**
- Caso haja motores auxiliares e/ou motores com potências distintas, a capacidade total dos motores instalados na embarcação é desejável de ser informada;

- O **tempo médio de operação da embarcação**, podendo ser informado como média diária, mensal ou anual, e com a unidade de tempo sendo preferencialmente em horas. Para o caso de utilizar outra unidade de tempo, informar;

Para o caso de indisponibilidade dos dados acima, uma relação com as embarcações comumente envolvidas na operação do porto deve ser informada, principalmente na entrada e saída de embarcações oceânicas, bem como o tempo médio de operação dessas embarcações durante a estadia das embarcações. Essa informação de tempo médio deverá estar em consonância com as faixas de tamanho e tipos de navios da Tabela 4.

6.8.1.11. Consumo energético

Após a coleta de dados, o consumo energético das embarcações portuárias poderá ser calculado através da equação (11):

$$Cons_{emb\ port,j} = Pot_{mot,i} \cdot Tempo_{op,i} \cdot FC_{emb,i} \quad (11)$$

Onde:

$Pot_{mot,j}$ refere-se ao somatório das potências dos motores da embarcação “j”;

$Tempo_{op,j}$ é o tempo de operação da embarcação; e

$FC_{emb,j}$ é o fator de carga da embarcação para operação portuária.

O fator de carga a ser utilizado deverá ser baseado nos valores padrão para fatores de carga de embarcações portuárias disponibilizado no guia da EPA (2022), que está relacionado conforme o tipo de embarcação. **Para simplificação, será considerado que todas as embarcações portuárias não utilizam motores auxiliares, apenas motores principais.**

6.8.1.12. Emissões

Com o consumo de cada embarcação, é possível calcular as emissões de cada embarcação e para cada GEE através da equação (12):

$$E_{port,g,j} = Cons_{emb\ port,j} \cdot FE_{comb,g} \quad (12)$$

Onde:

$FE_{comb,g}$ é o fator de emissão do CO₂, CH₄ e N₂O.

Após isso, a emissão total para cada GEE pode ser calculada de forma similar às equações (7, (8 e (9, conforme as equações (13, (14 e (15 mostram. Por fim, a equação (16 dá como resultado as emissões totais de GEE, mensuradas conforme o GWP definido por (IPCC, 2014), de forma similar ao cálculo de emissões das OGV.

$$ET_{port,CO_2} = \sum_j^n E_{port,CO_2,j} \quad (13)$$

$$ET_{port,CH_4} = \sum_j^n E_{port,CH_4,j} \quad (14)$$

$$ET_{port,N_2O} = \sum_j^n E_{port,N_2O,j} \quad (15)$$

$$ET_{port,GEE} = GWP_{CO_2} \cdot ET_{port,CO_2} + GWP_{CH_4} \cdot ET_{port,CH_4} + GWP_{N_2O} \cdot ET_{port,N_2O} \quad (16)$$

6.8.1.13. Análise dos resultados

Após a quantificação das emissões, será desenvolvida a análise descritiva dos resultados. As emissões de GEE serão analisadas, discutidas e apresentadas por

meio de gráficos e tabelas considerando os escopos, fontes de emissão e GEEs, conforme recomendando pela metodologia GHG Protocol.

O guia da EPA (EPA, 2022) estabelece, esse tipo de análise pode auxiliar a compreensão dos dados e a comparação com outros inventários. Dados inconsistentes também podem ser encontrados a partir da análise e comparação com benchmarkings.

No que se refere às emissões das embarcações oceânicas e portuárias, uma métrica apontada como útil para tal análise é a razão da quantidade total de entradas nos portos pelo quantitativo total de embarcações no período de análise, o que fornece uma média de viagens por embarcação no período e, por conseguinte, pode ser comparada com inventários de outros portos.

A análise da potência das embarcações também auxilia a mensurar o impacto relativo que determinadas embarcações podem ter no inventário, podendo ser constatado, por exemplo, que um dado tipo de embarcação de porte pequeno utiliza motores de porte médio/grande, contribuindo assim com mais emissões do que o seu porte poderia indicar.

Assim como a potência, o consumo energético das embarcações também permite que seja feita uma análise e comparação de benchmarking.

Por fim, analisar períodos discrepantes de permanência no berço das embarcações pode ser útil para verificar a quantificação da atividade dos motores auxiliares da embarcação no período de berço, dado que o tempo excessivo pode representar um período no qual tais motores não estavam em funcionamento.

7. Coleta de Dados

Após a identificação das fontes de emissões, realizada com base na revisão de literatura e na visita técnica realizada nos dias 13 e 14/05/2025, será enviado instrumento de coleta de dados (em excel) onde estarão especificadas por categoria da metodologia as informações relevantes ao cálculo de emissões para cada fonte de emissão.

Caso eventualmente forem identificados determinados dados de atividade com unidades distintas àquelas dos fatores de emissão disponíveis, serão adotadas conversões a fim de padronizar os dados deixando-os aplicáveis ao cálculo das emissões, não sendo necessária exclusão de fontes por diferenças em unidades de medida.

Caso a PortosRio já exerça controle sobre os dados solicitados em outro formato diferente do requerido pelo Consultor, a forma de entrega pode ser acordada com o intuito de facilitar o processo de coleta de dados.

Será realizada reunião para com equipe de gestão da PortosRio e colaboradores envolvidos para instruções de preenchimento. Durante o processo de coleta de dados, o consultor prestará suporte para esclarecimentos e resolução de dúvidas.

8. Relatório

A ISO 14064-1: 2022 afirma que convém que uma organização elabore um relatório de GEE, consistente com os usos pretendidos do inventário de GEE. Seguindo os princípios estabelecidos pela metodologia GHG Protocol, um relatório de inventário deve ser completo, consistentes, preciso, relevante e transparente. O Programa Brasileiro GHG Protocol requer o relato mínimo de emissões dos Escopos 1 e 2 para um inventário ser considerado completo. As emissões de escopo 3 podem ser relatadas de maneira opcional.

As seguintes informações são obrigatórias pelo PBGHGP:

- Uma pessoa para contato.
- Descrição dos limites da empresa e do inventário.
- Uma lista de entidades legais incluídas no inventário.
- Um esquema dos limites organizacionais escolhidos, incluindo a abordagem de consolidação escolhida.
- Um esquema dos limites operacionais escolhidos e, se o Escopo 3 for incluído, uma lista que especifique quais tipos de atividades foram incluídas.
- O total das emissões dos Escopos 1 e 2, independentemente de quaisquer trocas de GEE, tais como vendas, compras, transferências ou poupança (banking) de créditos de carbono.
- Dados de emissões separados por escopo.
- Emissões desagregadas por unidade operacional para unidades em que emissões Escopo 1 de combustão estacionária, processos industriais e fugitivas somem 10.000 tCO₂ ou mais.
- Para as demais unidades e para Escopos 2 e 3, o relato desagregado é opcional.
- Dados de emissões para os seis gases/família de gases de GEE separadamente (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆) em toneladas métricas de CO₂ equivalente.
- O período do inventário.
- O ano escolhido como ano-base, além de um perfil de emissões ao longo do tempo que seja consistente com (e esclareça as razões para) o recálculo das emissões do ano-base.
- O contexto apropriado de quaisquer mudanças significativas nas emissões que tenham causado a necessidade de recalcular as emissões do ano-base (aquisições ou alienações, terceirizações, mudanças nos limites de inventário ou nas metodologias de cálculo etc.).

Metodologia para Inventário de Emissões de GEE dos Portos do RJ e Itaguaí

- Dados de emissões de GEE para todos os anos entre o ano-base e o ano do inventário (incluindo detalhes de e razões para recálculos, se for o caso). Aplicável apenas para inventários completos.
- Dados de emissões para as emissões diretas de CO₂ provenientes de carbono biologicamente fixado (por exemplo, CO₂ da queima de biomassa ou biocombustíveis), relatados separadamente dos escopos.
- As metodologias usadas para calcular ou medir as emissões, fornecendo a referência ou um link para as ferramentas de cálculo utilizadas.
- Quaisquer exclusões específicas de fontes, unidades ou operações.
- Um esquema de quaisquer certificações externas obtidas e, se houver, cópias de certificados de auditoria dos dados de emissão relatados.
- Informações sobre reduções nas fontes dentro do limite do inventário que foram vendidas ou transferidas como créditos de offsets a terceiros. Especificar se a redução foi verificada, certificada ou aprovada por um programa externo de GEE.

Para a ISO 14064-1: 2022, um relatório de inventário de emissões de GEE deve conter ao menos cinco capítulos: (I) Descrição das metas da organização e objetivos do inventário; (II) apresentação dos limites organizacionais estabelecidos; (III) descrição dos limites operacionais estabelecidos, explicando as categorias de emissões mensuradas; (IV) Inventário de GEE quantificado de emissões e remoções, onde são descritos os resultados por categoria de emissão e remoção e apresentadas as metodologias, dados e referências utilizadas para os cálculos, além das incertezas presentes na metodologia adotada; (V) Iniciativas de redução de GEE e rastreamento de desempenho interno, onde a organização pode relatar suas iniciativas de mitigação.

O relatório de emissões que será desenvolvido para os Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí será estruturado e organizado conforme os critérios estabelecidos pelo PBGHGP e pela ISO 14064-1: 2022.

9. Conclusão e Próximos Passos

Esse documento teve o objetivo de propor elementos da metodologia a ser adotada para o inventário de emissões de GEE dos Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí.

A partir da experiência do exercício de inventários de emissões de GEE em Portos nacionais e internacionais, está sendo recomendada a adoção da metodologia GHG Protocol para relato das emissões de GEE, com aplicação de metodologias de cálculo propostas pelo EPA (EPA; 2022) para as emissões de GEE associadas às embarcações.

Notou-se que os inventários de GEEs dos portos internacionais estão associados ao inventário de outros poluentes atmosféricos, não-GEE, e contemplam poucas fontes de emissões, sem considerar todas as categorias da metodologia GHG Protocol. As experiências nacionais evidenciam o uso da metodologia em que pese que nem todas as categorias de emissões de escopo 3 aplicáveis são mensuradas.

A partir da identificação das fontes de emissões presentes nos Portos do Rio de Janeiro e Itaguaí, realizada baseada na análise de literatura e visita em campo realizada nos dias 13 e 14/05, o trabalho buscará contemplar as emissões de todas as categorias aplicáveis. A coleta de dados envolverá a equipe dos portos e o relato de emissões seguirá os critérios da metodologia GHG Protocol e ISO 14064-1: 2022.

Os próximos passos do projeto contemplam a finalização da planilha de coleta de dados para a execução dos produtos 3 e 4. Durante o processo de coleta de dados, as equipes dos portos do Rio de Janeiro e Itaguaí terão o suporte online do consultor. Após a finalização da coleta, os produtos 3 e 4 serão executados.

Qualquer desvio das atividades planejadas será formalmente comunicado à gestão do projeto.

10. Referências

ANTAQ. **Anuário ANTAQ**. 2025a. Disponível em: <http://web.antaq.gov.br/ANUARIO/>. Acesso em: 23 jun. 2021.

ANTAQ. **Metodologia de Cálculo dos Indicadores do Estatístico Aquaviário**. . Rio de Janeiro, [s.n.], 2025b. Disponível em: <http://ea.antaq.gov.br>.,

APS. **Inventário de Gases Causadores do Efeito Estufa: Ano base 2023**. . Santos, [s.n.], 2024.

COMPANHIA DOCAS DO RIO DE JANEIRO. **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento Portuário do Porto do Rio de Janeiro**. . Rio de Janeiro, [s.n.], 2016.

COMPLEXO INDUSTRIAL PORTUÁRIO DE SUAPE. **Relatório do Inventário de Emissões GEE do Complexo de Suape**. . Cabo de Santos Agostinho, [s.n.], 2022.

EPA. **Port Emissions Inventory Guidance: Methodologies for Estimating Port-Related and Goods Movement Mobile Source Emissions**. . Washington, [s.n.], 2022. Disponível em: <https://www.epa.gov/state-and-local-transportation/port-emissions-inventory-guidance>.

FABER, J., HANAYAMA, S., ZHANG, S., *et al.* **Fourth IMO GHG Study 2020**. . London, [s.n.], 2020.

FORSTER, P. , T. STORELVMO, K. ARMOUR, *et al.*, "The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks and Climate Sensitivity". **Climate Change 2021 – The Physical Science Basis**, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press, 2021. p. 923–1054. DOI: 10.1017/9781009157896.009. Disponível em: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/9781009157896%23c7/type/book_part.

GEF-UNDP-IMO GLOMEEP PROJECT, IAPH. **Port Emissions Toolkit, Guide No.1, Assessment of port emissions**. . London, [s.n.], 2018.

GHG PROTOCOL INITIATIVE. **A Corporate Accounting and Reporting Standard, Revised Edition**. . Washington, D. C., and Geneva, [s.n.], 2015.

GHG PROTOCOL INITIATIVE. **Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard: Supplement to the GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard**. . Washington, D. C., and Geneva, [s.n.], 2011.

GOOGLE. **Google Earth**. 2025. Disponível em: <https://earth.google.com/web>. Acesso em: 26 abr. 2025.

IPCC. **Climate Change 2014 - Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. . Geneva, Switzerland, IPCC, 2014.

KHAN, M., SAUZIER, J., GRAY, I., *et al.* **Cargo operations: Leaners' Guide**. Perth, WestOne Services 2003, 2016. Disponível em: https://www.dtwd.wa.gov.au/sites/default/files/teachingproducts/MAR041_CCBY.PDF.

LOPES DA SILVA, G. "Logística Portuária: Gestão Dos Portos Brasileiros E a Importância Da Marinha Do Brasil", **Revista Científica Semana Acadêmica**, v. 1, n. 204, p. 1–19, 2020. DOI: 10.35265/2236-6717-204-9094. .

MAO, X., MENG, Z. **Port of Yangpu emissions inventory report using the goPEIT model**. , Working Paper 2023-26. Washington, [s.n.], nov. 2023. Disponível em: <https://theicct.org/publication/port-of-yangpu-2019-emissions-inventory-report-gopeit-nov23/>. Acesso em: 9 abr. 2025.

MARIO MONZONI, PANKAJ BHATIA, RACHEL BIDERMAN, *et al.* **Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa: Segunda Edição**. . [S.l: s.n.], 2008. Disponível em: www.fgv.br/ces/ghg.

PLANAVE. **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) Porto de Itaguaí**. . Rio de Janeiro, [s.n.], 2025.

PORTOSRIO. **Porto de Itaguaí: História e Características**. 2025a. Disponível em: <https://www.portosrio.gov.br/pt-br/portos/porto-de-itaguaui/historia-e-caracteristicas>. Acesso em: 9 abr. 2025.

PORTOSRIO. **Porto do Rio de Janeiro: História e Características**. 2025b. Disponível em: <https://www.portosrio.gov.br/pt-br/portos/porto-do-rio-de-janeiro/historia-e-caracteristicas>. Acesso em: 9 abr. 2025.

STARCREST. **New York and New Jersey Port Department: 2022 Multi-Facility Emissions Inventory**. . Albuquerque, [s.n.], 2023.

STARCREST. **Port of Houston: Goods Movement Emissions Inventory**. . Albuquerque, [s.n.], 2021.

STARCREST. **Port of Los Angeles: Inventory of Air Emissions 2023**. . Albuquerque, [s.n.], 2024.

STOECKENIUS, T., LINDHJEM, C., GRANT, J., *et al.* **Port of Oakland 2020: Seaport Air Emissions Inventory**. . Copenhagen, [s.n.], 2021. Disponível em: www.ramboll.com.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Net-Zero Industry Tracker 2024 Edition**. . Cologny, [s.n.], 2024.