



FUNDACIÓN
VALENCIAPORT



Entrega 2:
Relatório da Pegada de Carbono
Companhia Docas do Ceará - CDC

Maio/2025

ÍNDICE

RESUMO EXECUTIVO	6
1. INTRODUÇÃO	7
2. DESCRIÇÃO DA COMPANHIA DOCAS DO CEARÁ	8
2.1. VISÃO GERAL	8
2.2. LOCALIZAÇÃO	8
2.3. INFRAESTRUTURA E CONEXÕES	9
3. METODOLOGIA	11
3.1. PERÍODO DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE	11
3.2. LIMITES ORGANIZACIONAIS	11
3.3. LIMITES OPERACIONAIS	12
3.3.1. ESCOPO 1: EMISSÕES DIRETAS	12
3.3.2. ESCOPO 2: EMISSÕES INDIRETAS ASSOCIADAS À ELETRICIDADE	12
3.3.3. ESCOPO 3: OUTRAS EMISSÕES INDIRETAS	12
3.3.3.1. NAVIOS	13
3.3.3.2. REBOCADORES	13
3.3.3.3. TERMINAIS	14
3.3.3.4. CAMINHÕES	15
3.3.3.5. FERROVIAS	15
3.4. FATORES DE EMISSÃO	16
3.5. EXCLUSÕES	16
4. PEGADA DE CARBONO (2023) PORTO DE FORTALEZA	17
4.1. RESULTADOS DO ESCOPO 1	17
4.2. RESULTADOS DO ESCOPO 2	18
4.3. RESULTADOS DO ESCOPO 3	18
4.3.1. PEGADA DE CARBONO - NAVIOS	18
4.3.1.1. PEGADA DE CARBONO - ATRACAÇÃO	20
4.3.1.2. PEGADA DE CARBONO - FUNDEIO	21
4.3.1.3. PEGADA DE CARBONO - MANOBRA	22
4.3.2. PEGADA DE CARBONO - REBOCADORES	23
4.3.3. PEGADA DE CARBONO - ARRENDATÁRIOS E OPERADORES	23
4.3.4. PEGADA DE CARBONO - CAMINHÕES	25
4.3.5. PEGADA DE CARBONO - FERROVIAS	26
4.4. EMISSÕES TOTAIS DE GEE	27
4.4.1. VALORES ABSOLUTOS	27
4.4.2. VALORES RELATIVOS (POR INDICADOR)	30
5. INCERTEZA	31
REFERÊNCIAS	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de Localización da área de Porto de Fortaleza.	9
Figura 2 - Estrutura do Porto de Fortaleza.....	10
Figura 3 - Movimentação de carga (toneladas).	15
Figura 4 - Emissões do Escopo 1 por área.....	18
Figura 5 - Emissões em tCO ₂ eq por tipo de navio.....	19
Figura 6 - Percentual das emissões CO ₂ eq correspondentes a cada fase.....	20
Figura 7 - Emissões de tCO ₂ eq no Berço por tipo de navios em cada berço.....	21
Figura 8 - Emissões dos terminais por carga (toneladas).	24
Figura 9 - Emissões de dióxido de carbono (CO ₂ eq) e movimentação por tipo de carga.....	24
Figura 10 - Índice de emissões.	25
Figura 11 - Emissões por operador.	25
Figura 12 - Emissões totais de GEE por tipo de carga do transporte rodoviário.	26
Figura 13 - Pegada de carbono por escopo.	29
Figura 14 - Pegada de carbono por área.	30

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Dados dos rebocadores da Wilson Sons.	14
Tabela 2 - Dados dos rebocadores da SaamTowage.....	14
Tabela 3 – Consumos do terminais.....	14
Tabela 4 - Fatores de Emissão.....	16
Tabela 5 - Potencial de Aquecimento Global.....	16
Tabela 6 - Emissões do Escopo 1.....	17
Tabela 7 - Emissões tCO ₂ eq correspondentes a cada fase.	19
Tabela 8 - Resultado de emissões por gás (N ₂ O, CH ₄ , CO ₂).	20
Tabela 9 - Emissões na atracação e tempo médio por tipo de navio.	21
Tabela 10 - Emissões no fundeio por tipo de navio.	22
Tabela 11 - Emissões de navegação por tipo de navio.	23
Tabela 12 - Resultados da pegada de carbono - Rebocadores.	23
Tabela 13 - Emissões totais de GEE por tipo de carga (Rodoviária).....	26
Tabela 14 - Emissões de GEE da Ferrovia FTL Operacionalizada no Porto de Fortaleza	26
Tabela 15 - Pegada de carbono.....	28
Tabela 16 - Pegada de carbono 2023.....	29

LISTA DE TERMOS

Sigla	Descrição
CDC	Companhia Docas do Ceará
CE	Ceará (Estado)
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de Carbono
CO ₂ eq	Dióxido de Carbono Equivalente
ESG	Environmental, Social and Governance (Ambiental, Social e Governança)
GEE	Gases de Efeito Estufa
GHG	Greenhouse Gas (Gases de Efeito Estufa)
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GWP	Global Warming Potential (Potencial de Aquecimento Global)
HFCs	Hidrofluorcarbonetos
h	Hora
IMO	International Maritime Organization (Organização Marítima Internacional)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)
Kg	Quilograma
kg CO ₂ /tku	Quilograma de Dióxido de Carbono por Tonelada-quilômetro Útil
kgGEE/kg	Quilograma de Gases de efeito Estufa por Quilograma
kgGEE/L	Quilograma de Gases de Efeito Estufa por Litro
kgGEE/t	Quilograma de Gases de Efeito Estufa por Tonelada
MGO	Marine Gas Oil (Óleo Diesel Marítimo Leve)
MWh	Megawatt-hora
N ₂ O	Óxido Nitroso
NF ₃	Trifluoreto de Nitrogênio
PCG	Pegada de Carbono Global
PFCs	Perfluorcarbonetos
SF ₆	Hexafluoreto de Enxofre
t CO ₂ eq	Tonelada Dióxido de Carbono Equivalente
tCO ₂ /MWh	Toneladas de CO ₂ por megawatt-hora
TEUs	Twenty-foot Equivalent Units (Unidade Equivalente a um Contêiner de 20 Pés)
VLSFO	Very Low Sulfur Fuel Oil (Óleo Combustível com Teor Muito Baixo de Enxofre)
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development (Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável)
WRI	World Resources Institute (Instituto de Recursos Mundiais)

RESUMO EXECUTIVO

O presente relatório apresenta os resultados do cálculo da pegada de carbono da Companhia Docas do Ceará (CDC) para o ano-base de 2023. O cálculo foi realizado seguindo a metodologia do GHG Protocol e o “Guia metodológico para o cálculo da pegada de carbono em portos” de Puertos del Estado.

O cálculo da pegada de carbono foi realizado considerando os dados de consumo de energia da CDC, abrangendo as emissões diretas e indiretas de gases de efeito estufa (GEE). As principais fontes de emissões incluíram a queima de combustíveis fósseis em máquinas e veículos portuários, o consumo de energia elétrica e outras atividades relacionadas às operações portuárias.

Os resultados indicam que, para o ano base de 2023, a CDC emitiu um total de 55.985,26 tCO₂eq. As emissões diretas (Escopo 1) representaram 0,6% do total, enquanto as emissões indiretas associadas à eletricidade (Escopo 2) e outras emissões indiretas (Escopo 3) representaram 0,6% e 98,8%, respectivamente. Enquanto as emissões dos Escopos 1 e 2 correspondem às atividades da Autoridade Portuária, o Escopo 3 considera navios, rebocadores, terminais, caminhões e ferrovias. Neste caso, destaca-se a atividade dos navios, representando 83% da pegada de carbono da Companhia Docas do Ceará.

Este estudo fornece a base para a implementação da estratégia de descarbonização da Autoridade Portuária da CDC, alinhada aos seus objetivos globais de sustentabilidade e mitigação das mudanças climáticas.

1. INTRODUÇÃO

O cálculo da pegada de carbono no Brasil tem-se intensificado devido aos grandes impactos negativos que a mudança do clima tem demonstrado nos últimos anos. E o cálculo da pegada de carbono, a medição, inventariado da parte de emissões de gases de efeito estufa são de importância crucial para empreendimentos que buscam participar de ações de sustentabilidade e de ser parte do que é atendido pelas ações de ESG (ambiental, social e governança).

Esses impactos negativos, geram de certa forma uma perspectiva negativa de negócios que emitem gases efeito estufa e em contrapartida ações de redução dessas emissões corroboram para reconhecimento da marca, por sequência aumento de sua receita por ser escolha diante da decisão de empresas que tem ações de sustentabilidade.

Dessa forma este relatório visa apresentar o cálculo da pegada de carbono, mensurando as emissões de gases de efeito estufa (GEE) de acordo com o Escopo 1, 2 e 3, conforme diretrizes GHG Protocol e o “Guia metodológico para cálculo da pegada de carbono em portos” de Puertos del Estado, organismo gestor do sistema portuário espanhol e referência internacional em guias metodológicos para o setor. A análise das emissões de GEE é fundamental para a compreensão e gestão dos impactos ambientais das operações portuárias e para a implementação de estratégias de mitigação eficazes que contribuam para a sustentabilidade e redução das emissões de GEE.

- **Escopo 1:** emissões diretas;
- **Escopo 2:** emissões indiretas associadas à eletricidade;
- **Escopo 3:** outras emissões indiretas.

A avaliação completa das emissões de GEE nos Escopos 1, 2 e 3 possibilita a identificação das principais fontes emissoras e a aplicação de estratégias direcionadas para a mitigação da pegada de carbono da Companhia Docas do Ceará. Este documento apresenta em detalhes a metodologia adotada nos cálculos e os resultados alcançados.

2. DESCRIÇÃO DA COMPANHIA DOCAS DO CEARÁ

2.1. VISÃO GERAL

A Companhia Docas do Ceará (CDC) é uma empresa pública vinculada ao Ministério de Portos e Aeroportos/ Secretaria Nacional de Portos e Transportes Aquaviários, que tem por objeto realizar a administração e a exploração comercial do Porto de Fortaleza, atuando como Autoridade Portuária. Dirigida por um órgão colegiado, com quatro diretorias, a CDC trabalha para fazer com que o Porto de Fortaleza, também chamado Porto do Mucuripe, seja cada vez mais um importante fator de desenvolvimento do Estado do Ceará, valorizando nossa economia e sustentabilidade, nossas indústrias, comércio e riquezas e, principalmente, contribuindo para a geração de trabalho e renda no Ceará e no Nordeste.

Devido a sua localização na costa atlântica da cidade de Fortaleza (CE), o Porto de Fortaleza constitui uma infraestrutura portuária estratégica para o escoamento de cargas no Nordeste brasileiro. Operado pela Companhia Docas do Ceará, o porto apresenta uma diversidade de operações que incluem movimentação de contêineres, granéis líquidos e sólidos, além de cargas gerais.

Do ponto de vista ambiental, o porto está inserido em uma área sensível da zona costeira urbana de Fortaleza, o que demanda a implementação de medidas rigorosas de controle e mitigação de impactos. Entre os principais desafios ambientais associados às atividades portuárias estão o controle da poluição hídrica e atmosférica, a gestão de resíduos sólidos e perigosos, o monitoramento da qualidade da água e do solo, e a prevenção de acidentes com substâncias perigosas, especialmente devido à presença de terminais de granéis líquidos.

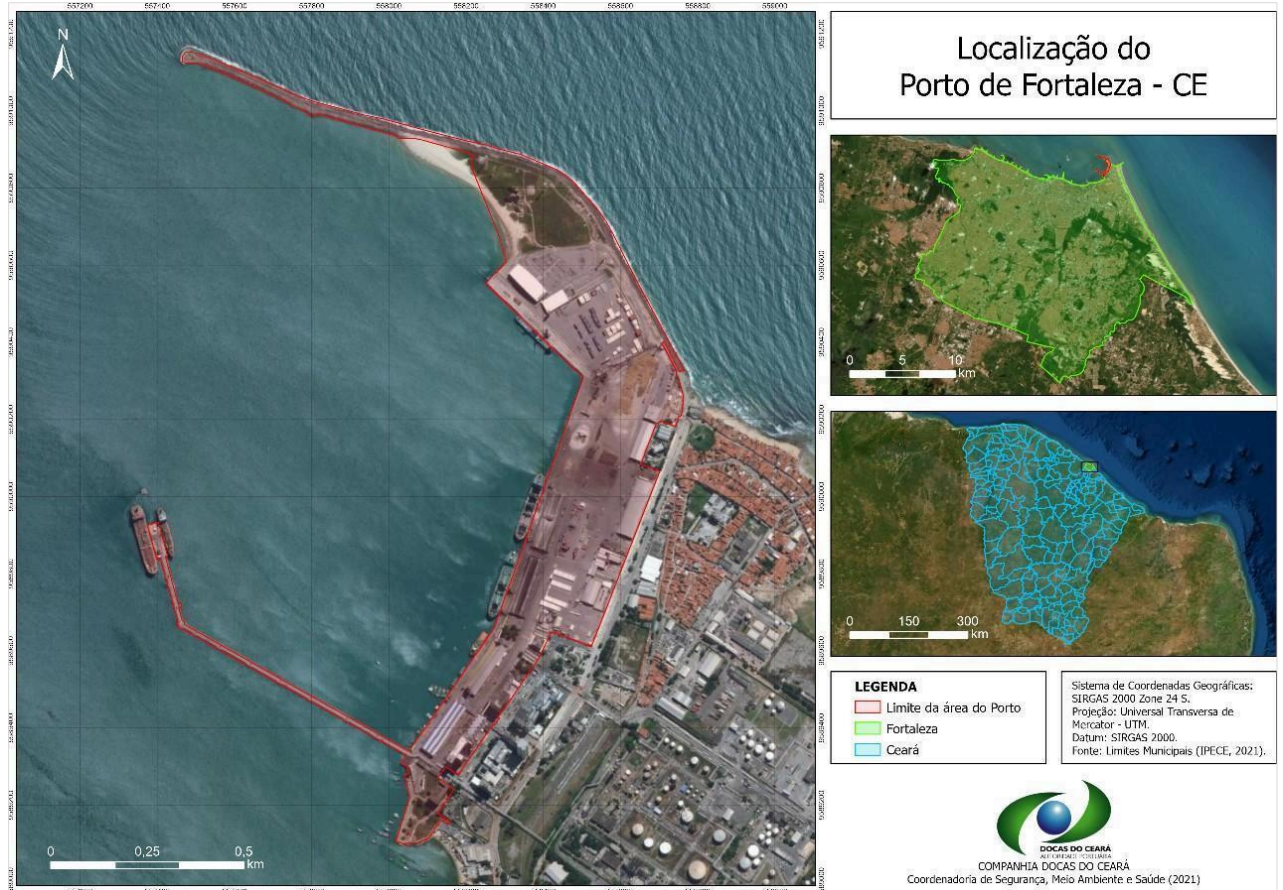
2.2. LOCALIZAÇÃO

Como mencionado anteriormente o Porto de Fortaleza está localizado na costa leste da cidade de Fortaleza, capital do estado do Ceará, na região Nordeste do Brasil. Situado na enseada do Mucuripe, com coordenadas aproximadas de 3° 42' 43" S de latitude e 38° 28' 57" O de longitude. Reforça-se que porto possui uma posição geográfica estratégica no Oceano Atlântico, favorecendo conexões com mercados da Europa, América do Norte e Caribe.

Seus principais acessos terrestres incluem a Avenida Vicente de Castro, que o interliga ao anel viário de Fortaleza, e a BR-116, importante rodovia federal que liga o porto ao interior do Estado e a outros centros econômicos do país. O acesso ferroviário também é viabilizado por meio da FTL - Ferrovia Transnordestina Logística, ampliando a integração multimodal da infraestrutura portuária.

A Companhia Docas do Ceará fornece informações adicionais sobre o Porto de Fortaleza, incluindo mapas e detalhes sobre acessos terrestres e marítimos, como esse a seguir apresentado Figura 1.

Figura 1 - Mapa de Localização da área de Porto de Fortaleza.



Fonte: Docas do Ceará, 2021.

2.3. INFRAESTRUTURA E CONEXÕES

O Porto de Fortaleza conta com uma infraestrutura diversificada, apta a atender diferentes tipos de cargas e embarcações. Seu berço acostável possui aproximadamente 1.057 metros de extensão, com profundidade média de 10 a 13 metros, o que permite a atracação de navios de médio a grande porte. O porto opera com terminais especializados para grânéis líquidos (como combustíveis e óleo vegetal), grânéis sólidos (como trigo e milho), carga geral e contêineres.

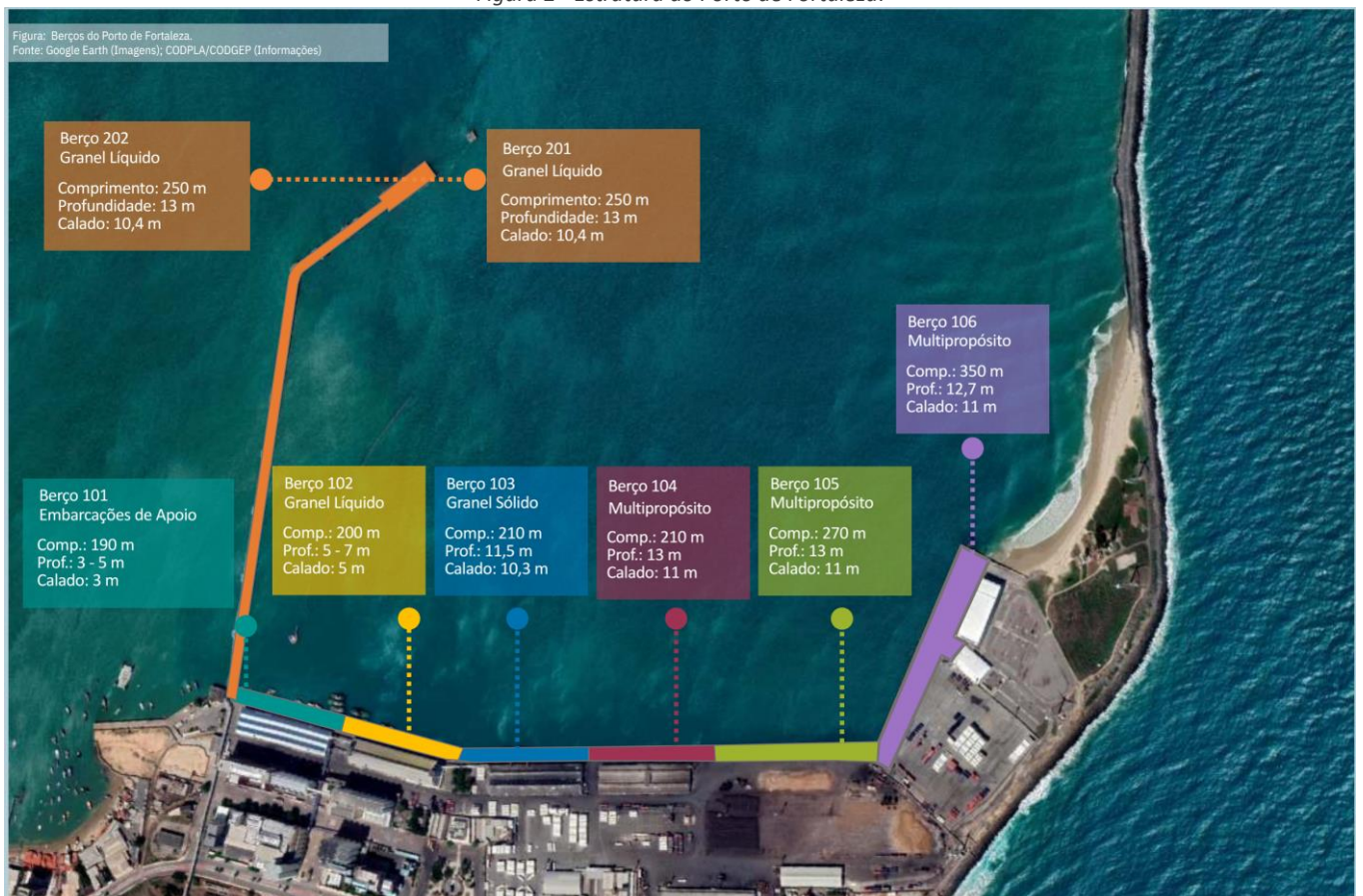
A área do porto abriga armazéns cobertos, silos para armazenagem de grãos, pátios para contêineres, tanques de estocagem de líquidos e equipamentos de movimentação, como guindastes e empilhadeiras. Destaca-se ainda o Terminal Marítimo de Passageiros, moderno e climatizado, destinado ao embarque e desembarque de cruzeiros nacionais e internacionais, sendo um dos mais importantes do tipo no Nordeste brasileiro.

Sua estrutura consiste em:

- **Infraestrutura de Acostagem:**
 - o Berço Comercial com 06 berços operacionais e extensão total de 1.430 m;
 - o Píer Petrolero com 02 berços com plataforma de 90 m de extensão, cada.
- **Infraestrutura de Armazenagem:**
 - o 190.000 m² de Pátio para Carga Geral e Granel Sólido Mineral;
 - o 02 Armazéns para Granéis Sólidos Agrícolas;
 - o 05 Armazéns para Granel Sólido Mineral e Carga Geral;
 - o 30 silos com capacidade estática de 73.000 t de trigo.

Que pode ser observado na Figura 2 a seguir.

Figura 2 - Estrutura do Porto de Fortaleza.



Fonte: Docas do Ceará, 2025.

3. METODOLOGIA

O cálculo da pegada de carbono do Porto de Fortaleza referente ao ano de 2023, foi conduzido com base na metodologia das especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol. Esta especificação é uma adaptação do método do GHG Protocol para o contexto brasileiro, que foi desenvolvido pelo World Resources Institute (WRI) em associação com o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Além disso, para o Escopo 3, foi considerado o "Guia metodológico para o cálculo da pegada de carbono em portos" desenvolvido por Puertos del Estado. O cálculo inclui os seguintes (GEE): dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), Hidrofluorcarbonetos (HFCs), Perfluorcarbonetos (PFCs), Hexafluoreto de enxofre (SF₆) e Trifluoreto de nitrogênio (NF₃).

3.1. PERÍODO DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GEE

A pegada de carbono do Porto de Fortaleza apresentada neste relatório corresponde ao ano de 2023. Especificamente, abrange as emissões relacionadas às atividades do Porto de Fortaleza de 01 de janeiro de 2023 a 31 de dezembro de 2023.

2023 é o primeiro ano em que a pegada de carbono do Porto de Fortaleza é calculada, portanto, é considerado o ano base.

3.2. LIMITES ORGANIZACIONAIS

Para consolidar as emissões de GEE, foi seguido um enfoque de controle operacional, ou seja, foram consideradas todas as emissões sob o controle operacional da Companhia Docas do Ceará.

Dessa forma, o inventário de GEE de 2023 inclui todas as emissões relacionadas ao consumo próprio da Autoridade Portuária, bem como aquelas das atividades realizadas no complexo portuário pelas empresas localizadas dentro dos limites dos portos, conforme classificação do GHG Protocol e da Guia de Puertos del Estado.

3.3. LIMITES OPERACIONAIS

A definição dos limites operacionais é um passo crucial para a elaboração do inventário de emissões de gases de efeito estufa do Porto de Fortaleza. Esses limites determinam quais atividades e fontes de emissão serão consideradas dentro de cada escopo, conforme as diretrizes do GHG Protocol.

3.3.1. Escopo 1: emissões diretas

As emissões diretas abrangem todas as emissões de gases de efeito estufa provenientes de fontes que são de propriedade ou sob controle da Autoridade Portuária do Porto de Fortaleza. As categorias incluídas no Escopo 1 são:

- **Fontes fixas:** emissões provenientes da combustão de óleo diesel em três geradores de energia.
- **Fontes móveis:** emissões resultantes do consumo de gasolina e óleo diesel em veículos automotores da frota própria.
- **Gases refrigerantes:** emissões fugitivas decorrentes do uso dos gases refrigerantes R-410A e R-22 em sistemas de climatização e refrigeração.
- **Extintores:** emissões associadas ao uso de dióxido de carbono (CO₂) em sistemas fixos de combate a incêndio.

3.3.2. Escopo 2: emissões indiretas associadas à eletricidade

As emissões indiretas associadas ao consumo de eletricidade incluem todas as emissões de gases de efeito estufa resultantes da eletricidade adquirida e consumida pela Autoridade Portuária do Porto de Fortaleza. A categoria incluída no Escopo 2 é:

- **Eletricidade convencional:** emissões de gases de efeito estufa (GEE) associadas ao consumo de eletricidade proveniente da rede elétrica local, utilizada principalmente para iluminação e demais operações da infraestrutura portuária.

3.3.3. Escopo 3: outras emissões indiretas

As emissões indiretas adicionais englobam todas as outras emissões de GEE que ocorrem na cadeia de valor do Porto de Fortaleza, mas que não são diretamente controladas pela administração portuária. As categorias incluídas no Escopo 3 são:

3.3.3.1. Navios

Para a realização do estudo e análise da pegada de carbono, foram utilizados como ponto de partida os dados das escalas de navios no Porto de Fortaleza no ano de 2023. A partir desses dados, foi realizada a limpeza e adequação das informações para proceder com os cálculos das emissões de cada escala, considerando os tipos de embarcações relevantes neste estudo (classificados nas escalas como granel líquido, contêiner, granel sólido, carga geral, passageiros, embarcações da Marinha e balsas), nas diferentes fases operacionais.

Foram consideradas as emissões associadas às operações de fundeio, manobra e atracação dos navios que operam no Porto de Fortaleza. A configuração adotada para identificação das diferentes zonas e pontos-chave, a partir dos quais se estabelecem as distintas fases operacionais, é detalhada a seguir:

- **Fundeio:** O fundeio é realizado nas zonas 1 a 7 do Porto de Fortaleza. Durante essa fase, as embarcações permanecem ancoradas, consumindo energia principalmente por meio dos motores auxiliares e caldeiras, a fim de manter os sistemas essenciais em funcionamento. As emissões de CO₂ equivalente (CO₂eq) nesta etapa são influenciadas pelo tempo de espera e pelo tipo de navio.
- **Navegação e manobra:** A fase de navegação compreende os deslocamentos e manobras realizados entre o ponto de fundeio e o berço de atracação. Esta etapa é relevante em termos de consumo de combustível e emissões, pois os motores principais operam em regime elevado para garantir a velocidade e a estabilidade da embarcação. Durante a manobra de aproximação ao berço, os navios reduzem a velocidade e utilizam tanto os motores principais quanto os auxiliares para executar movimentos controlados, como alinhamentos e mudanças de direção. Embora o consumo de combustível e as emissões sejam inferiores aos da navegação em mar aberto, continuam sendo representativos devido à necessidade de precisão operacional.
- **Atracação:** A fase de atracação ocorre com o navio posicionado nos berços designados do porto. Durante esta etapa, as embarcações permanecem atracadas utilizando motores auxiliares e geradores para manter os sistemas operacionais a bordo. As emissões geradas estão diretamente relacionadas ao tempo de permanência no berço.

3.3.3.2. Rebocadores

No contexto da análise da pegada de carbono do Porto de Fortaleza referente ao ano de 2023, foi incluída a avaliação do impacto ambiental relacionado aos serviços técnicos náuticos, com ênfase nas operações de rebocagem portuária. Esses serviços são fundamentais para garantir a segurança das manobras de navios na área do porto e representam uma fonte significativa de emissões de gases de efeito estufa, em razão da utilização intensiva de motores marítimos movidos a óleo diesel.

A metodologia adotada concentrou-se exclusivamente na estimativa das emissões provenientes dos rebocadores em operação dentro da área portuária, considerando como base os dados operacionais de duas das principais empresas fornecedoras desse serviço: Saam Towage e Wilson Sons.

Na tabela a seguir, apresentam-se os dados fornecidos pelas operadoras, incluindo o consumo médio de diesel por manobra e o número de rebocadores empregados ao longo do ano de 2023:

Tabela 1 - Dados dos rebocadores da Wilson Sons.

Empresa	Rebocador	Nº de manobras	Consumo (l)
Wilson Sons	Humberto	512	72.717
Wilson Sons	WS Virgo	517	69.670

Fonte: Fundación Valenciaport.

Tabela 2 - Dados dos rebocadores da SaamTowage.

Empresa	Nº de rebocadores	Nº de manobras	Consumo (l)
SAAM TOWAGE	4	1.604,0	722.885,0

Fonte: Fundación Valenciaport.

Além dos dados anteriormente apresentados, incluem-se nesta seção informações relativas a rebocadores, abrangendo tanto os rebocadores portuários quanto as embarcações de apoio. Estas últimas foram incorporadas ao grupo de rebocadores, uma vez que, pelas suas características operacionais, podem ser classificadas como embarcações de apoio ao reboque ou como parte dos serviços portuários.

3.3.4. Terminais

Incluem as emissões de GEE geradas nos terminais privados, operadores, arrendatários e detentores de contratos de passagem que operam dentro do complexo portuário, incluindo o consumo de diesel, gasolina, GLP e eletricidade. As emissões de gases refrigerantes e extintores de incêndio também foram consideradas.

Nos terminais foram coletados dados de consumo relacionados com as operações de 8 operadores, arrendatários e detentores de contrato de passagem do Porto de Fortaleza.

M. Dias Branco S.A., Tergram Terminais de grãos de Fortaleza, CMA Terminal, Petrobrás, Brandão Filhos Fortship, Global ship Port Service, Multlog Logística e Termaco Operações Portuárias

As fontes de energia utilizadas por equipamentos e instalações são diesel, gasolina, GLP e eletricidade. Em função do tipo de energia, os consumos são as seguintes:

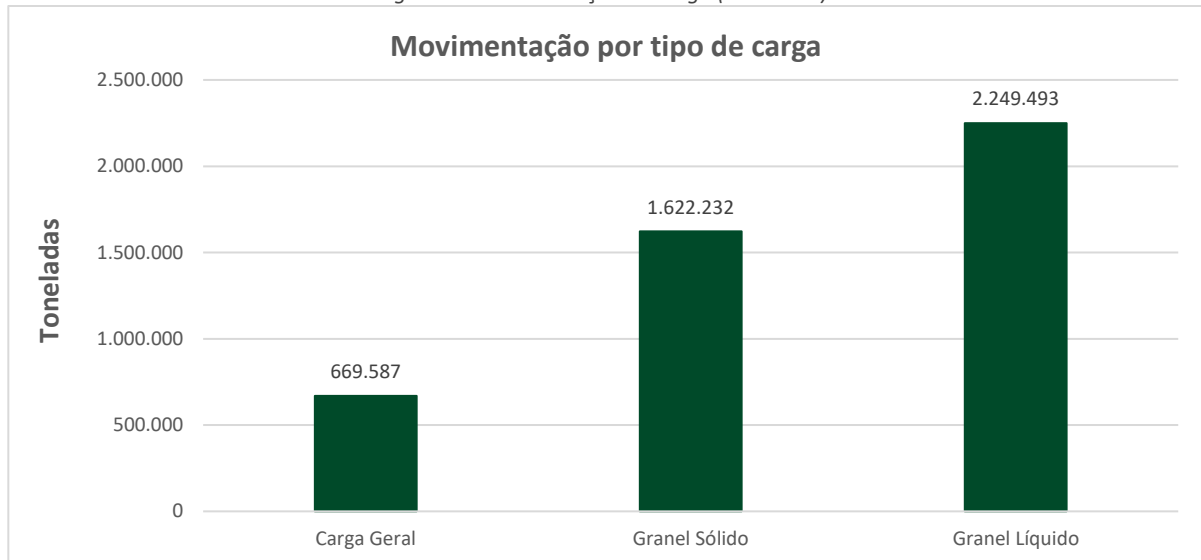
Tabela 3 – Consumos do terminais.

	Diesel	Gasolina	GLP	Eletricidade
Consumos	764.023,2 L	2.600,0 L	15.085,6 kg	22.301.625,7 kWh

Fonte: Fundación Valenciaport.

Em função do tipo de mercadoria movimentada, o tráfego em 2023 foi de 4.541.312 toneladas, distribuídas da seguinte forma: 669.587 toneladas de carga geral, (15%, das quais 87% são contêineres), 1.622.232 toneladas de granéis sólidos (36%) e 2.249.493 toneladas de granéis líquidos (49%).

Figura 3 - Movimentação de carga (toneladas).



Fonte: Fundación Valenciaport.

3.3.4.1. Caminhões

O transporte rodoviário no Porto de Fortaleza é realizado majoritariamente por caminhões movidos a óleo diesel, que acessam a área portuária para a movimentação de diferentes tipos de carga, incluindo contêineres, granéis sólidos e granéis líquidos. Esses veículos desempenham papel fundamental na logística terrestre do porto, realizando operações de entrada e saída de cargas, tanto no fluxo de importação quanto de exportação.

As principais empresas que operacionalizam essa movimentação rodoviária de 2023, foram: M. Dias Branco S.A., Tergram Terminais de grãos de Fortaleza, CMA Terminal, Petrobrás, Brandão Filhos Fortship, Global ship Port Service, Multlog Logística e Termaco Operações Portuárias.

3.3.4.2. Ferrovias

Relatando as emissões resultantes do uso de diesel nas operações ferroviárias dentro do Porto de Fortaleza, considerando as informações detalhadas das viagens e cargas transportadas exclusivamente pela empresa Ferrovia Transnordestina Logística S.A. (FTL), uma empresa privada controlada pelo Grupo CSN.

A FTL administra uma malha ferroviária de aproximadamente 1.190 km de extensão, em bitola métrica, que conecta os portos de Itaqui (São Luís/MA), Pecém (São Gonçalo do Amarante/CE) e Mucuripe (Fortaleza/CE), sendo no interior das estruturas do Porto de Fortaleza a distância percorrida pelas locomotivas é aproximadamente 2 km.

3.4. FATORES DE EMISSÃO

Os fatores de emissão foram obtidos de fontes oficiais, priorizando aqueles específicos para o Brasil. Nesse sentido, a principal fonte foi a Ferramenta GHG Protocol em sua versão 2 de 2024, fazendo referência aos valores de 2023, o ano do estudo. Nos casos em que não havia valores específicos disponíveis, foi consultado o 4º Estudo de Gases de Efeito Estufa da IMO.

As tabelas incluídas a seguir incluem os fatores de emissão e valores de potencial de aquecimento global utilizados no cálculo.

Tabela 4 - Fatores de Emissão.

Fontes Emissoras		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	GWP	Unidades
Combustíveis fósseis	Gasolina	2,212	0,001	0,0003	-	kgGEE/L
	GLP	2,932	0,0029	0,00001	-	kgGEE/kg
	Diesel	2,603	0,0001	0,0001	-	kgGEE/L
	HFO	3114	0,05	0,18	-	kgGEE/t
	MGO	3,206	0,0003	0,0001	-	tGEE/t
Gases refrigerantes	R-22	-	-	-	1810	PCG
	R-410A	-	-	-	1923,5	PCG
Extintores	CO ₂	1	-	-	-	kgGEE/t
Eletricidade	Convencional	0,0385	-	-	-	tCO ₂ /MWh
Ferrovias	Diesel	0,0102	0,000001	0,0000001	-	kg CO ₂ /tku

Fonte: Fundación Valenciaport.

Tabela 5 - Potencial de Aquecimento Global.

GEE	Valor
CO ₂	1
CH ₄	28
N ₂ O	265

Fonte: Fundación Valenciaport.

3.5. EXCLUSÕES

Não foram consideradas exclusões no cálculo da pegada de carbono do Porto de Fortaleza.

4. PEGADA DE CARBONO (2023) PORTO DE FORTALEZA

A seguir, são apresentados os resultados das emissões de GEE do Porto de Fortaleza em 2023, desagregados por escopos.

4.1. RESULTADOS DO ESCOPO 1

O Escopo 1 abrange as emissões diretas de gases de efeito estufa provenientes de fontes que são de propriedade ou estão sob o controle da Autoridade Portuária de Fortaleza. No ano de 2023, as seguintes fontes contribuíram para as emissões do Escopo 1:

- **Fontes fixas:** consumo de 499,99 litros de óleo diesel em três geradores de energia elétrica.
- **Fontes móveis:** consumo de 1.363,67 litros de óleo diesel e 2.874,07 litros de gasolina por uma frota de 10 veículos automotores.
- **Gases refrigerantes:** recarga de 32 kg de gás refrigerante R-22 e 143,4 kg de R-410A em sistemas de climatização e refrigeração.
- **Extintores:** recarga de 490 kg de extintores com dióxido de carbono (CO₂) utilizados em sistemas fixos de combate a incêndio.

Os resultados das emissões do Escopo 1 são apresentados na tabela a seguir:

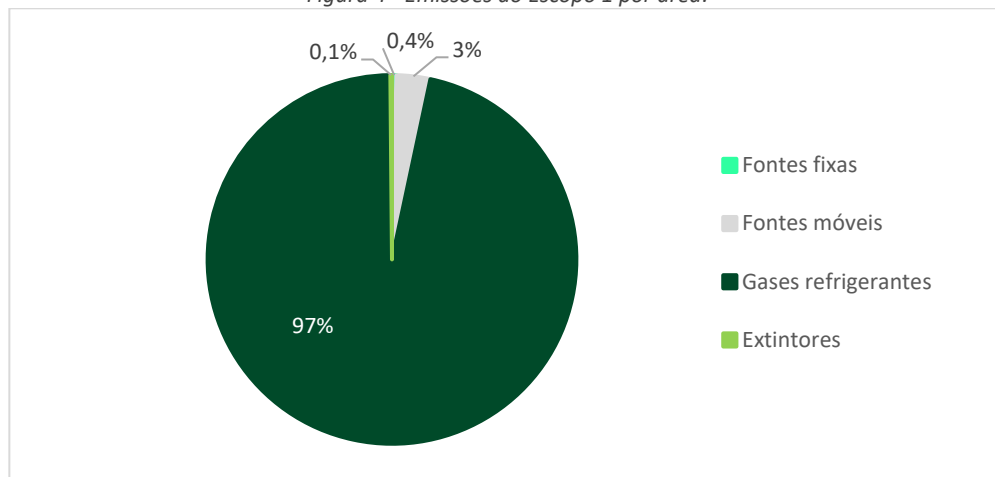
Tabela 6 - Emissões do Escopo 1.

Área	Fonte	t CO ₂ /fonte	t CH ₄ /fonte	t N ₂ O/fonte	t CO ₂ eq/fonte	tCO ₂ eq/área	t CO ₂ eq/escopo
Fontes Fixas	Diesel	1,32	0,0002	0,00001	1,32	1,32	345,79
Fontes Móveis	Gasolina	6,36	0,002	0,001	6,62	10,22	
	Diesel	3,55	0,0002	0,0002	3,60		
Gases refrigerantes	R-22	-	-	-	57,92	333,75	
	R-410A	-	-	-	275,83	333,75	
Extintores	CO ₂	0,49	-	-	0,49	0,49	

Fonte: Fundación Valenciaport.

Os resultados demonstram que praticamente a totalidade das emissões do Escopo 1 (97%) está associada à recarga de gases refrigerantes, com destaque para o R-410A. Em seguida, destacam-se as fontes móveis, especialmente pelo consumo de gasolina. As fontes fixas representam aproximadamente 0,4% das emissões do Escopo 1, enquanto as emissões provenientes dos extintores correspondem a apenas 0,1%.

Figura 4 - Emissões do Escopo 1 por área.



Fonte: Fundación Valenciaport.

4.2. RESULTADOS DO ESCOPO 2

O Escopo 2 refere-se às emissões indiretas de GEE resultantes do consumo de eletricidade por parte da Autoridade Portuária do Porto de Fortaleza. Em 2023, foram consumidos 8.820,55 MWh de eletricidade convencional, resultando na emissão de 339,68 toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂eq).

4.3. RESULTADOS DO ESCOPO 3

O Escopo 3 abrange as demais emissões indiretas que ocorrem nas atividades relacionadas ao Porto de Fortaleza. Para o cálculo deste escopo, foram consideradas as emissões associadas às seguintes fontes: navios, rebocadores, terminais portuários, caminhões e ferrovias.

4.3.1. Pegada de Carbono - Navios

A partir dos dados de escalas do Porto de Fortaleza no ano de 2023, foram identificadas três fases operacionais que compõem cada escala portuária: fundeio, manobra e atracação. Cada uma dessas fases foi analisada individualmente com o objetivo de estimar o consumo de combustível e as respectivas emissões de gases de efeito estufa.

Após a extração, limpeza e análise dos dados, foram consideradas 474 escalas distintas, sobre as quais se realizou este estudo.

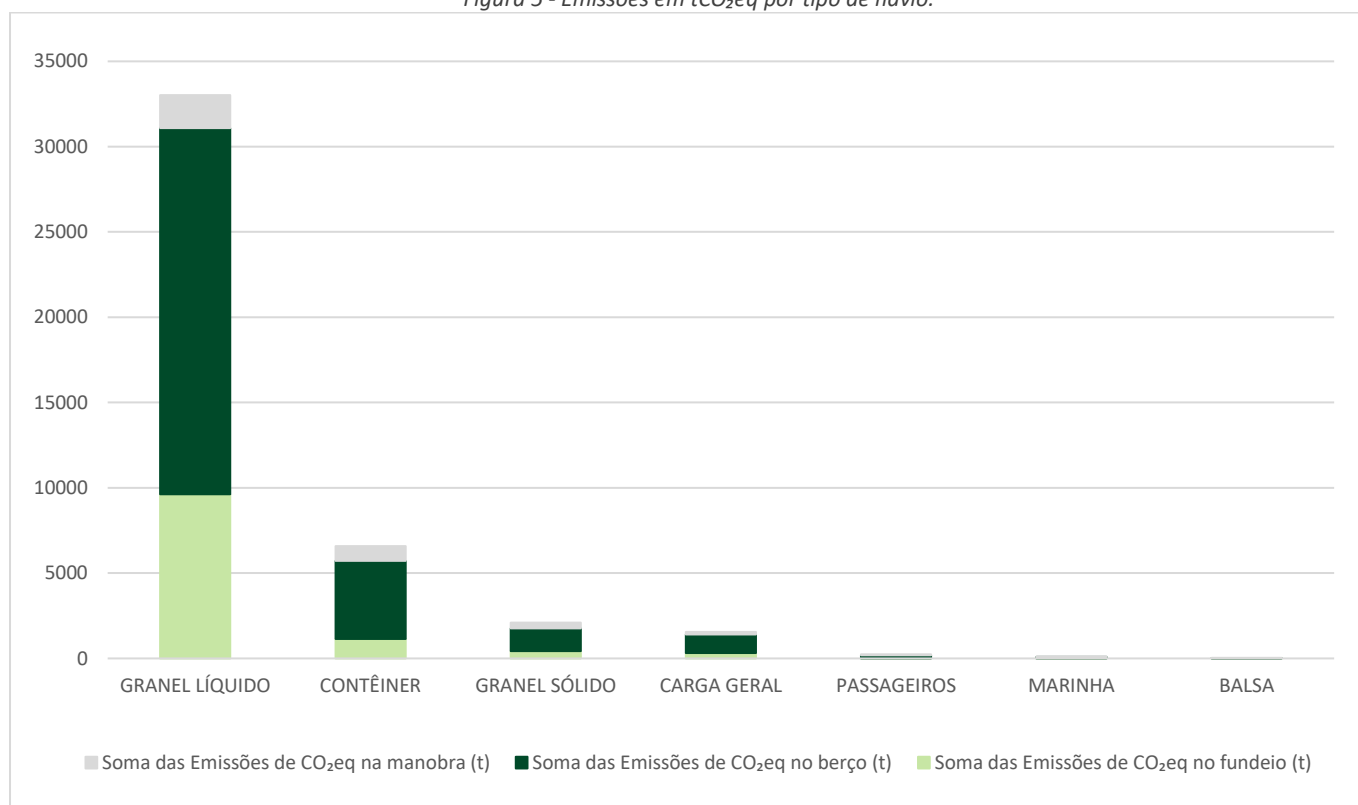
A tabela a seguir apresenta uma visão geral das emissões correspondentes às diferentes fases para cada tipo de navio que realizou escala nos portos.

Tabela 7 - Emissões tCO₂eq correspondentes a cada fase.

Tipo de navio	Emissões tCO ₂ eq - fundeio	Emissões tCO ₂ eq - berço	Emissões tCO ₂ eq - manobra	Emissões tCO ₂ eq - totais
Granel líquido	9.619,331	21.476,782	1.921,998	33.018,111
Contêiner	1.133,791	4.588,628	859,094	6.581,514
Granel sólido	437,957	1.326,382	332,235	2.096,574
Carga geral	311,253	1.090,226	159,206	1.560,685
Passageiros	6,743	170,523	69,229	246,496
Marinha do Brasil	0,639	96,106	10,691	107,436
Balsa	0,051	21,037	0,363	21,451
Total geral	11.509,766	28.769,685	3.352,816	43.632,268

Fonte: Fundación Valenciaport.

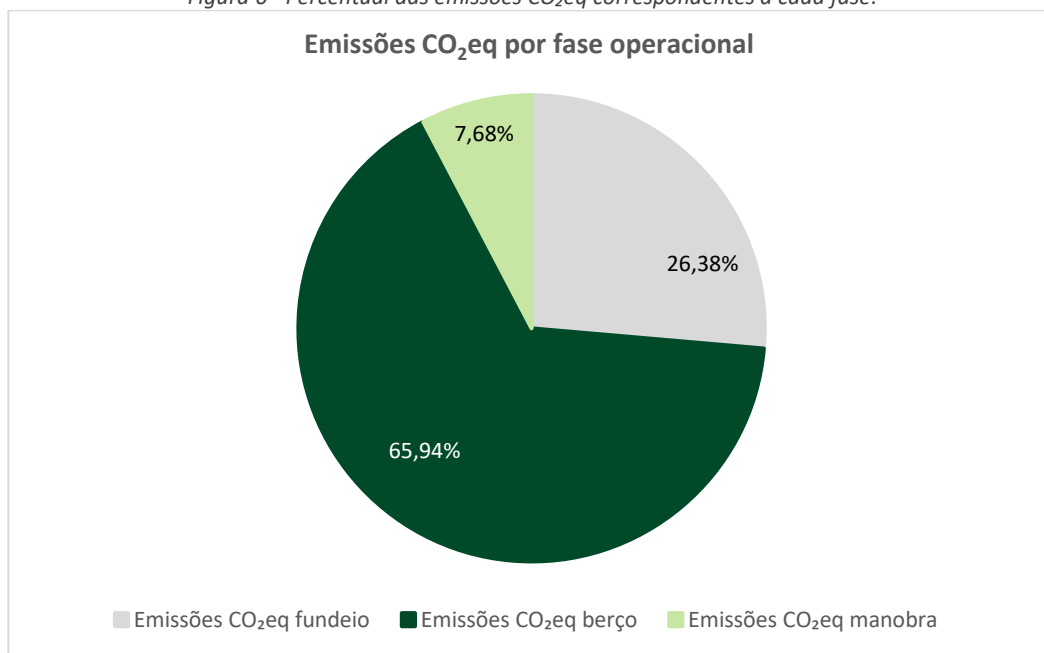
Figura 5 - Emissões em tCO₂eq por tipo de navio.



Fonte: Fundación Valenciaport.

A distribuição das emissões CO₂eq provenientes das operações navais no Porto de Fortaleza (Figura 6) revela que a maior parte, 65,94%, ocorre enquanto os navios permanecem atracados no berço. As emissões durante o período de fundeio, quando as embarcações aguardam para atracar, representam 26,38% do total. Por fim, as operações de manobra, que incluem a aproximação e a atracação, contribuem com os restantes 7,68% das emissões.

Figura 6 - Percentual das emissões CO₂eq correspondentes a cada fase.



Fonte: Fundación Valenciaport.

Além disso, foi realizado o cálculo das emissões por tipo de gás (CO₂, CH₄ e N₂O), cujos resultados estão apresentados na tabela a seguir.

Tabela 8 - Resultado de emissões por gás (N₂O, CH₄, CO₂).

Emissões totais CO ₂ (t)	Emissões totais CH ₄ (t)	Emissões totais N ₂ O (t)
42954,9749	0,689707368	2,482946526

Fonte: Fundación Valenciaport.

A seguir, são detalhadas as emissões associadas às atividades de fundoio, berço e manobra.

4.3.1.1. Pegada de Carbono - Atracação

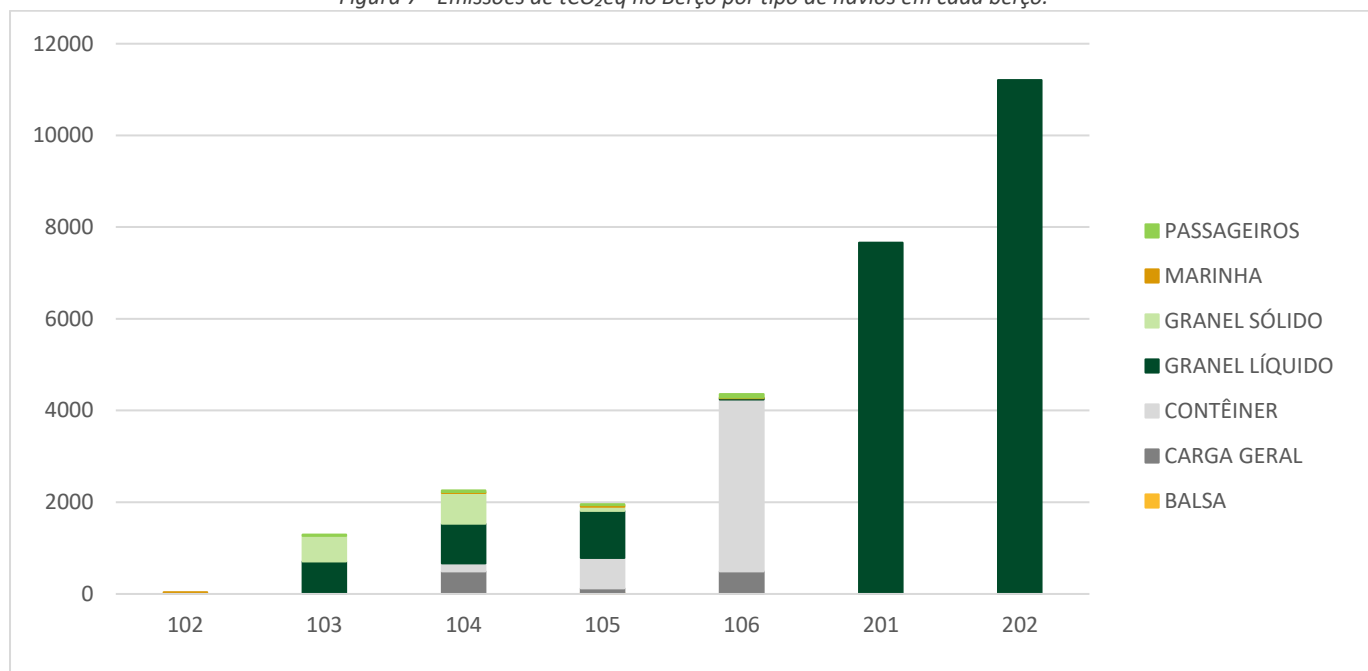
Durante a fase de atracação, as embarcações permanecem amarradas aos berços e utilizam motores auxiliares e caldeiras para manter as operações a bordo. Essa etapa representa a fração mais significativa das emissões totais geradas pelos navios, em razão da longa duração de algumas escalas.

As emissões totais estimadas nesta fase somam 28.769,685 toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂eq). A análise a seguir apresenta a distribuição dessas emissões por tipo de navio, berço de atracação e tempo médio de permanência.

Destaca-se o expressivo impacto dos navios graneleiros de carga líquida, que respondem por aproximadamente 21.476,782 tCO₂eq nesta fase, com predominância de atracações nos berços 201 e 202 e tempo médio de permanência de 53,91 horas.

Em seguida, com menor participação, estão as emissões provenientes de navios porta-contêineres, que totalizam 4.588,628 tCO₂eq, com destaque para o berço 106 como principal ponto de atracação.

Figura 7 - Emissões de tCO₂eq no Berço por tipo de navios em cada berço.



Fonte: Fundación Valenciaport.

Tabela 9 - Emissões na atracação e tempo médio por tipo de navio.

Tipo de navio	Emissões tCO ₂ eq - berço	Tempo médio de atracação (h)
Granel líquido	21.476,782	53,91
Contêiner	4.588,628	61,58
Granel sólido	1.326,382	83,82
Carga geral	1.090,226	84,23
Passageiros	170,523	10,42
Marinha	96,106	113,97
Balsa	21,037	170,53
Total geral	28.769,685	61,53

Fonte: Fundación Valenciaport.

4.3.1.2. Pegada de Carbono - Fundeio

A fase de fundeio compreende o período em que as embarcações permanecem em espera antes de atracar no porto. Durante essa etapa, as emissões de GEE são geradas principalmente pelo funcionamento dos motores auxiliares e caldeiras, que mantêm os sistemas essenciais de bordo operacionais.

As emissões totais estimadas para essa fase somam 11.509,766 toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂eq), o que representa 26,38% das emissões totais atribuídas aos navios no Porto de Fortaleza.

A tabela a seguir apresenta o detalhamento dessas emissões por tipo de embarcação, destacando-se a predominância dos navios graneleiros de carga líquida, que respondem por 9.619,33 tCO₂eq, equivalentes a aproximadamente 83,5% das emissões totais na fase de fundeio. Esse valor reflete a elevada frequência e o tempo de espera associado às operações de navios desse segmento.

Na terceira posição, estão os navios porta-contêineres, com emissões estimadas em 1.133,79 tCO₂eq, correspondendo a cerca de 10% do total da fase. Os demais tipos de embarcação apresentam contribuições marginais, que somadas representam aproximadamente 6,5% das emissões totais associadas ao fundeio.

Tabela 10 - Emissões no fundeio por tipo de navio.

Tipo de navio	Emissões tCO ₂ eq - fundeio	Tempo médio de fundeio (h)
Granel líquido	9.619,331	63,08
Contêiner	1.133,791	12,70
Granel sólido	437,957	25,05
Carga geral	311,253	44,11
Passageiros	6,743	0,46
Marinha	0,639	0,76
Balsa	0,051	0,42
Total general	11.509,766	44,55

Fonte: Fundación Valenciaport.

4.3.1.3. Pegada de Carbono - Manobra

A fase de manobra compreende as operações de aproximação, entrada e saída do berço de atracação, durante as quais os motores principais das embarcações operam em regime de carga parcial. Devido à variabilidade na duração dessas manobras, foi realizada uma análise específica por tipo de navio.

As emissões estimadas para esta fase totalizam 3.352,816 toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂eq), o que corresponde a 7,68% das emissões totais das fases operacionais dos navios no Porto de Fortaleza.

A tabela a seguir apresenta a distribuição das emissões por tipo de embarcação, considerando os tempos médios de manobra e o consumo associado.

Tabela 11 - Emissões de navegação por tipo de navio.

Tipo de navio	Emissões tCO ₂ eq - manobra	Tempo médio de manobra (h)	Número de escalas
Granel líquido	1.921,997815	2,20	267
Contêiner	859,0943042	1,34	83
Granel sólido	332,2349276	1,74	77
Carga geral	159,2060678	1,90	29
Passageiros	69,22909442	0,34	13
Marinha	10,69085764	1,14	4
Balsa	0,362887066	1,13	1
Total geral	3.352,815954	1,90	474

Fonte: Fundación Valenciaport.

4.3.2. Pegada de Carbono - Rebocadores

Com base nos dados apresentados na seção 3.3.3.2, onde foram definidos os valores de referência utilizados para os cálculos das emissões de CO₂ e CO₂ equivalente (CO₂eq), foi possível elaborar a tabela de resultados apresentada a seguir:

Tabela 12 - Resultados da pegada de carbono - Rebocadores.

Empresa	Tipo Navio	Consumo Total MGO (L)	Emissões CO ₂ (t)	Emissões CH ₄ (t)	Emissões N ₂ O (t)	tCO ₂ eq
SAAM TOWAGE	Rebocadores	722,885.00	1969.93	0.1854	0.0530	1989.1605
WILSON SONS	Rebocadores	142,387.00	388.02	0.0365	0.0104	391.8059
N/A	EMB APOIO	-	786.71	0.0126	0.0455	799.1175
N/A	Pesquisa	-	16.66	0.0003	0.0010	16.9229
N/A	REB PORT	-	15.13	0.0002	0.0009	15.3674
N/A	Rebocadores	-	1951.61	0.0313	0.1128	1982.3795
	Total	865,272.00	5,128.06	0.27	0.22	5,194.75

Fonte: Fundación Valenciaport.

4.3.3. Pegada de Carbono - Arrendatários e Operadores

O total de emissões de 2023 associadas a esta atividade é de 3.488,04 tCO₂eq. As emissões atribuíveis a cada tipo de carga são as seguintes:

Figura 8 - Emissões dos terminais por carga (toneladas).

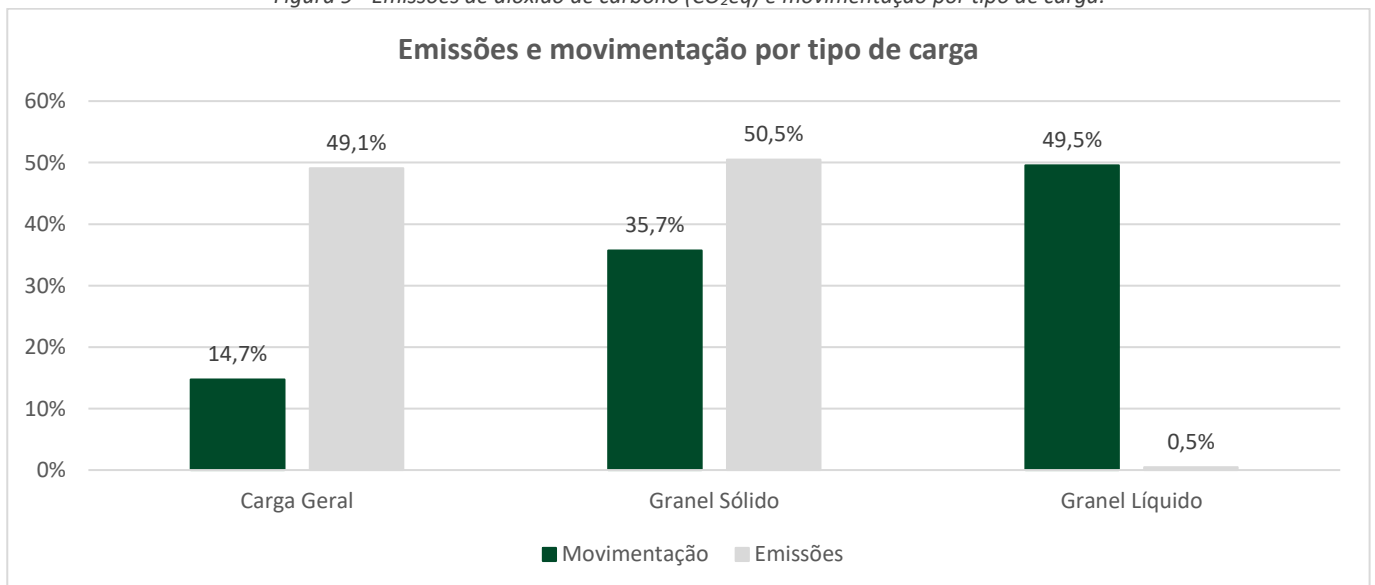


Fonte: Fundación Valenciaport.

As emissões associadas ao terminal de contêineres no ano 2023 foram de 1.414 tCO₂eq.

Considerando toda a carga, a carga geral, que representa o 15% do tráfego, é responsável por 49% das emissões. Os granéis sólidos correspondem a 36% da carga e geram 50% das emissões, enquanto os granéis líquidos, que representam 49% da carga total, são responsáveis por 1% das emissões. O terminal de contêineres responde por 40% do total de emissões.

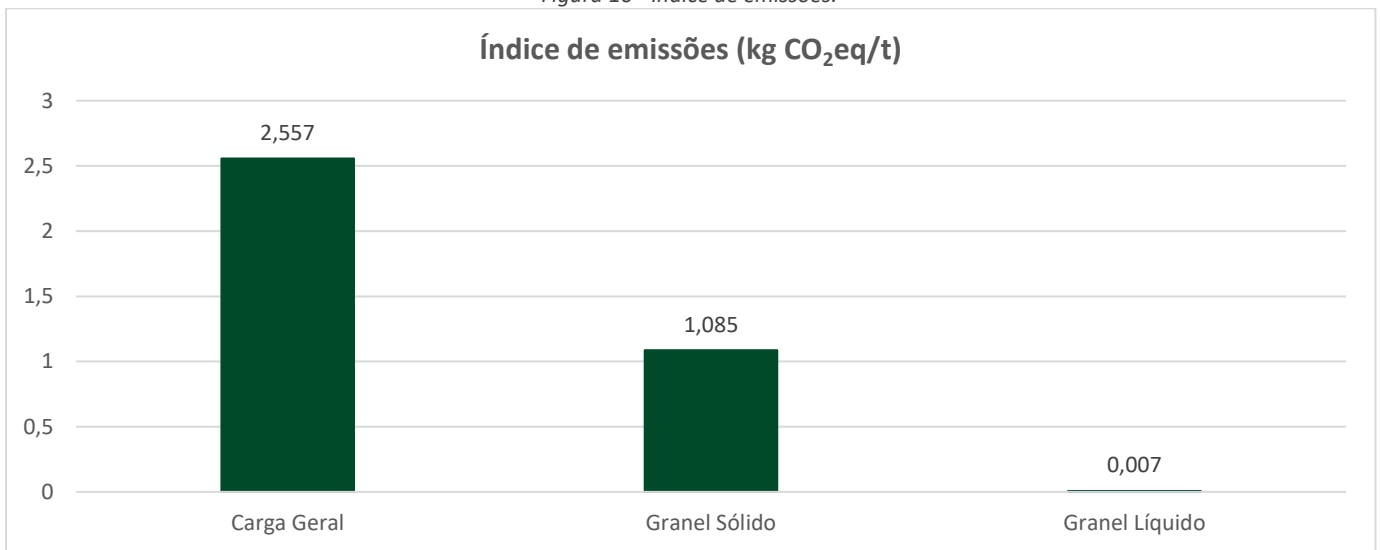
Figura 9 - Emissões de dióxido de carbono (CO₂eq) e movimentação por tipo de carga.



Fonte: Fundación Valenciaport.

Foi calculado o índice de emissões por tonelada de mercadoria de cada tipo, sendo 2,56 kgCO₂eq/tonelada para carga geral; 1,09 kgCO₂eq/tonelada para granéis sólidos e 0,01 kgCO₂eq/tonelada para granéis líquidos:

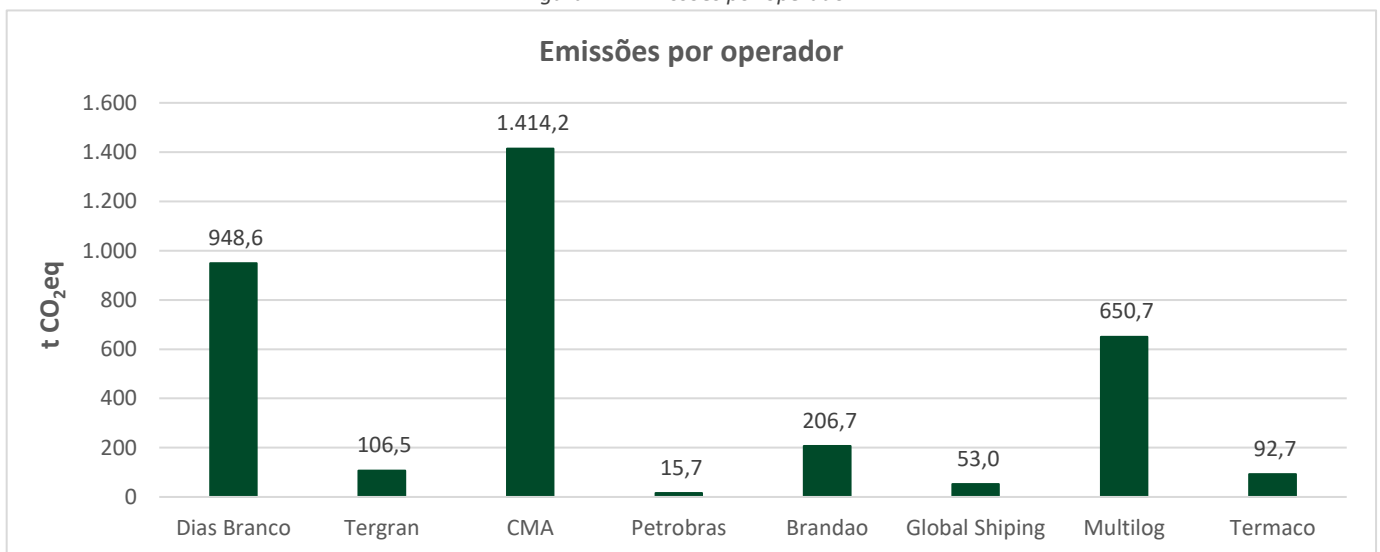
Figura 10 - Índice de emissões.



Fonte: Fundación Valenciaport.

Conforme discutido acima, o terminal de contêineres representa 40% do total de emissões, com 1.141 tCO₂eq de um total de 33.117,4 tCO₂eq. Dias Branco com 949 t (27%) e Multilog com 650 t (19%). Entre as três empresas somam o 86% das emissões. Brandao representa o 6% e Tergram o 3% do total. As emissões dos demais são menores.

Figura 11 - Emissões por operador.



Fonte: Fundación Valenciaport.

4.3.4. Pegada de Carbono - Caminhões

As operações logísticas envolvendo caminhões por transporte rodoviário no Porto de Fortaleza, resultaram os principais gases de efeito estufa incluem o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O).

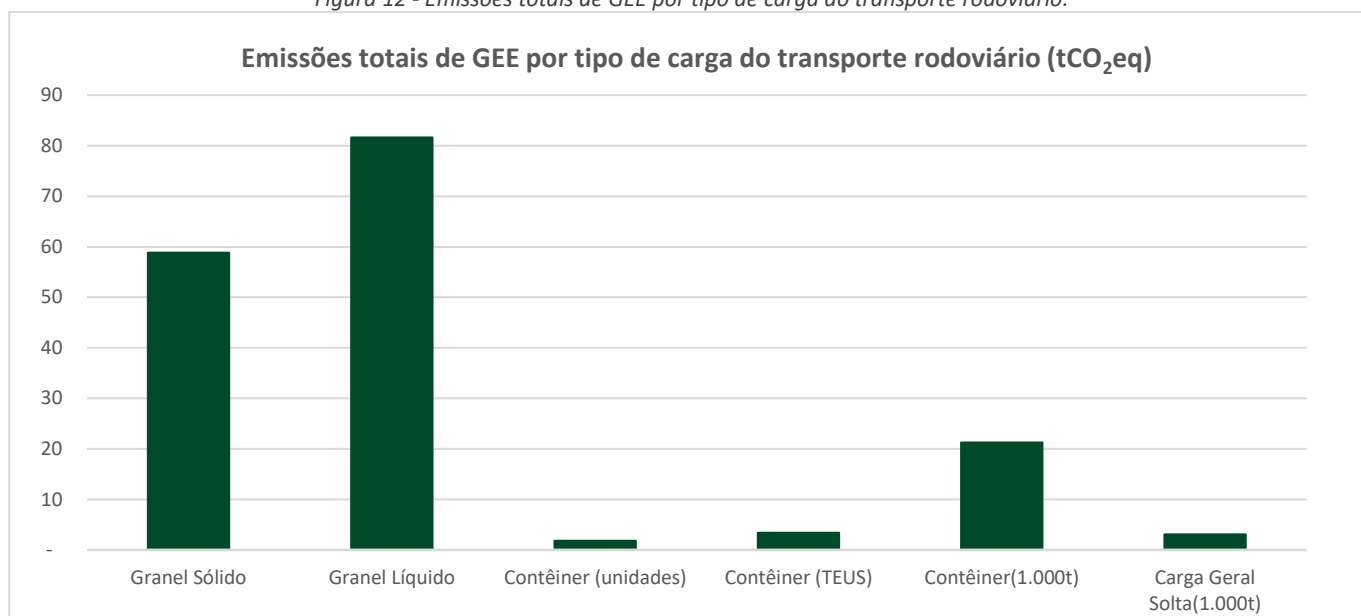
A seguir, apresentam-se a tabela e o gráfico com os resultados das emissões totais de GEE por tipo de carga.

Tabela 13 - Emissões totais de GEE por tipo de carga (Rodoviária).

Tipo de carga	Carga (t)	t CO ₂ eq	% emissões t CO ₂ eq
Granel sólido	1.622.232	58,86	35%
Granel líquido	2.249.493	81,62	48%
Contêiner (unidades)	49.246	1,79	1%
Contêiner (TEUS)	92.743	3,37	2%
Contêiner (1.000t)	585.556	21,25	13%
Carga geral solta (1.000t)	84.031	3,05	2%
Carga geral solta (1.000t)	1.622.232	58,86	35%
Total	4.683.301	169,93	100%

Fonte: Fundación Valenciaport.

Figura 12 - Emissões totais de GEE por tipo de carga do transporte rodoviário.



Fonte: Fundación Valenciaport.

4.3.5. Pegada de Carbono - Ferrovias

Para as emissões de GEE da operação ferroviária das cargas operacionalizadas no Porto de Fortaleza, são consideradas as atividades da empresa FTL - Ferrovia Transnordestina Logística que opera exclusivamente na área supracitada, com sua emissão resultante demonstrada por tipo de carga transportada, que opera por um único produto, o coque e com a distância considerada de deslocamento de 2 quilômetros. A Tabela 14 apresenta os valores de emissão de gases de efeito estufa.

Tabela 14 - Emissões de GEE da Ferrovia FTL Operacionalizada no Porto de Fortaleza

Operador	Tipo de Carga	t CO ₂	t CH ₄	t N ₂ O	t CO ₂ eq
FTL	Coque	1,00194	0,00007	0,00001	1,00202

Fonte: Fundación Valenciaport.

4.4. EMISSÕES TOTAIS DE GEE

4.4.1. Valores absolutos

A tabela a seguir apresenta os resultados da pegada de carbono do Porto de Fortaleza em 2023:

Tabela 15 - Pegada de carbono.

Escopo	Área	Fonte	t CO ₂ /fonte	t CH ₄ /fonte	t N ₂ O/fonte	t CO ₂ eq/fonte	tCO ₂ eq/área	t CO ₂ eq/escopo	% fonte	% área	% escopo	
Escopo 1	Fontes fixas	Diesel	1,32	0,0002	0,00001	1,32	1,32	345,79	0,00%	0,002%	0,6%	
		Fontes móveis	Gasolina	6,36	0,002	0,001	6,62		10,22	0,01%		0,02%
	Diesel		3,55	0,0002	0,0002	3,60	333,75		0,01%	0,60%		
	Gases refrigerantes	R-22	-	-	-	57,92	0,49		0,10%	0,0009%		0,00088%
		R-410A	-	-	-	275,83			0,49%			
	Extintores	CO ₂	-	-	-	0,49	0,49		0,0009%	0,00088%		
Escopo 2	Eletricidade	Convencional	-	-	-	339,68	339,68	339,68	0,61%	0,6%	0,6%	
Escopo 3	Navios	Fundeio	12.285,91	0,20	0,71	12.479,62	46.446,05	55.299,80	22,29%	83,0%	98,8%	
		Manobra + Navegação	4.189,38	0,07	0,24	4.255,43			53,07%			
		Berço	29.249,80	0,47	1,69	29.711,00			7,60%			
	Rebocadores	MGO	5.128,06	0,27	0,22	5.194,75	5.194,75		9,28%	9,3%		
	Terminais	Diesel	1.988,75	0,11	0,11	2.019,76	3.488,04		3,61%	6,2%		
		Gasolina	5,75	0,002	0,001	5,99			0,01%			
		GLP	44,24	0,04	0,00014	45,49			0,081%			
		Fugitivas	-	-	-	557,97			0,997%			
		Eletricidade	-	-	-	858,83			1,53%			
	Caminhões	Diesel	167,33	0,01	0,01	169,94	169,94		0,30%	0,3%		
	Ferrovias	Diesel	1,00	0,0001	0,00001	1,01	1,01		0,002%	0,002%		

Fonte: Fundación Valenciaport.

No total, a pegada de carbono do Porto de Fortaleza em 2023 foi de 55.985,26 tCO₂eq.

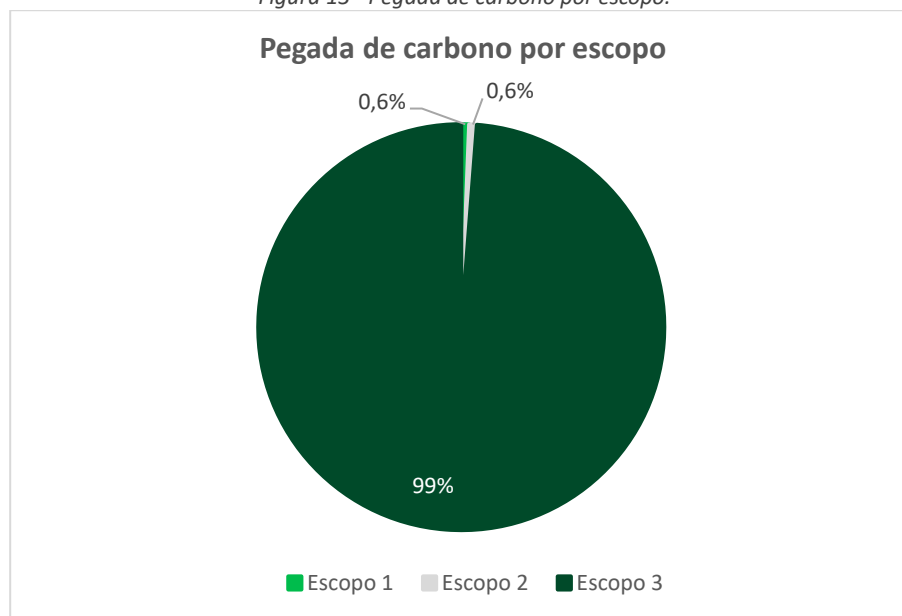
Tabela 16 - Pegada de carbono 2023.

Pegada de carbono (tCO ₂ eq)	2023
	55.985,26

Fonte: Fundación Valenciaport.

Por escopo, observa-se que praticamente a totalidade da pegada de carbono do Porto de Fortaleza, 98,8%, corresponde ao Escopo 3, ou seja, às organizações externas à Autoridade Portuária do Porto de Fortaleza. Por sua vez, os Escopos 1 e 2 representam, cada um, 0,6% das emissões do porto.

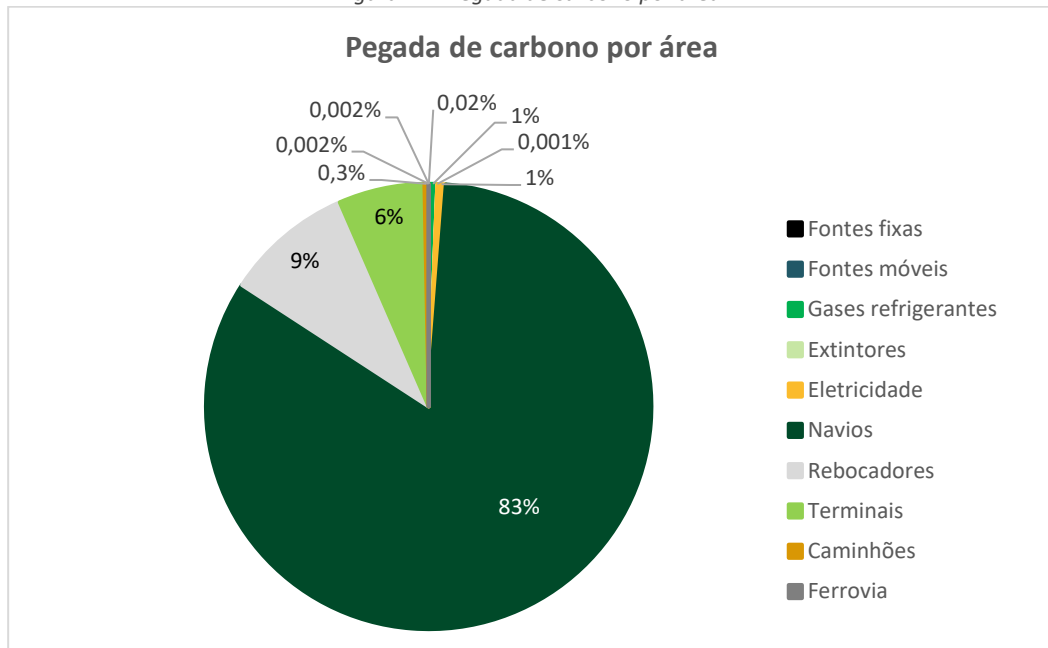
Figura 13 - Pegada de carbono por escopo.



Fonte: Fundación Valenciaport.

Por área, destacam-se os navios, responsáveis por 83% da pegada de carbono do Porto de Fortaleza. Em segundo lugar, com uma participação significativamente menor, estão os rebocadores, que geram 9% das emissões de GEE, seguidos pelos terminais, com 3%. As demais áreas representam menos de 1% das emissões.

Figura 14 - Pegada de carbono por área.



Fonte: Fundación Valenciaport.

4.4.2. Valores Relativos (Por Indicador)

Para a pegada de carbono do Porto de Fortaleza, foi adotado como indicador o volume de carga movimentada no porto. Em 2023, foram movimentadas 4.541.312 toneladas no Porto de Fortaleza.

As emissões relativas ao volume movimentado são apresentadas a seguir:

$$\text{Relação de emissões} = \frac{t \text{ de } CO_2eq}{\text{toneladas movimentadas}} = \frac{55.985,26}{4.541.312} = 0,012$$

A razão de emissões do Porto de Fortaleza em 2023 é de 0,012 tCO₂eq por tonelada de carga movimentada no porto.

5. INCERTEZA

A incerteza estimada das emissões deriva de uma combinação das incertezas nos fatores de emissão e dos dados de atividade correspondentes. Os fatores de emissão empregados para a realização do Inventário de GEE do Porto de Fortaleza foram extraídos de fontes oficiais e específicos para cada categoria de fontes de emissão.

Os dados de atividade utilizados para os Escopos 1 e 2 procedem de fontes contábeis (faturas, registros...). Em relação ao Escopo 3, dada a diversidade de organizações que fazem parte dos portos e a dificuldade de obter certos dados, foram realizadas algumas estimativas descritas na seção de metodologia. Para o futuro, recomenda-se melhorar os registros de dados.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT): participou da elaboração do 2º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, fornecendo dados essenciais sobre as emissões de veículos rodoviários, incluindo caminhões.

GHG Protocol: o Protocolo de Gases de Efeito Estufa fornece um padrão global para medir e gerenciar emissões de GEE. É amplamente utilizado para inventários corporativos de carbono.

Guia Metodológico para o Cálculo da Pegada de Carbono em Portos - Puertos del Estado: metodologia específica para a quantificação das emissões de GEE em ambientes portuários, utilizada para o cálculo da pegada de carbono nos portos.

International Maritime Organization (IMO): a IMO conduz estudos detalhados sobre as emissões de GEE da indústria marítima, oferecendo dados cruciais para a compreensão das emissões associadas às operações portuárias.

IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006): as diretrizes do IPCC fornecem métodos detalhados para calcular emissões de GEE em diferentes setores, incluindo o transporte rodoviário.